

ShadeMotion:

A análise do padrão de sombra das árvores

tutorial

ShadeMotion 5.1.41 é uma aplicação de software que calcula o número de horas de sombra que se acumulam em cada ponto (célula) de um gráfico devido à presença de qualquer número de árvores, com copas de diferentes formas e tamanhos e em qualquer lugar da Terra. A análise de padrões de sombra é central no desenho e gerenciamento das árvores em paisagens arbóreas.

Eduardo Somarriba
Randall Zamora
José Barrantes
Matthias Malek
Eduardo Vargas
Fergus Sinclair
Francisco Quesada

CATIE,
Turrialba, Costa Rica
2021



ShadeMotion:

A análise do padrão de sombra das árvores

tutorial

ShadeMotion 5.1.41 é uma aplicação de software que calcula o número de horas de sombra que se acumulam em cada ponto (célula) de um gráfico devido à presença de qualquer número de árvores, com copas de diferentes formas e tamanhos e em qualquer lugar da Terra. A análise de padrões de sombra é central no desenho e gerenciamento das árvores em paisagens arbóreas.

Eduardo Somarriba
Randall Zamora
José Barrantes
Matthias Malek
Eduardo Vargas
Fergus Sinclair
Francisco Quesada

CATIE,
Turrialba, Costa Rica
2021



O CATIE não se responsabiliza pelas opiniões e declarações expressadas pelos autores nas páginas deste documento. As ideias dos autores não refletem necessariamente o ponto de vista da instituição. É autorizada a reprodução parcial ou total das informações contidas neste documento, desde que citada a fonte.

ISBN 978-9977-57-722-7

631.58

S693 ShadeMotion: A análise do padrão de sombra das árvores. Tutorial / Eduardo Somarriba ...
por [et al.]. – 1ª ed. – Turrialba, C.R. : CATIE, 2021.
50 p. – (Serie técnica. Manual técnico / CATIE ; no. 145)

ISBN 978-9977-57-722-7

Título original: ShadeMotion: el análisis de patrones de sombra de árboles. Tutorial

1. Sombra – Modelos de simulación 2. Agroforestería – Modelos de simulación
I. Somarriba, Eduardo II. Zamora, Randall III. Barrantes, José IV. Malek, Matthias
V. Vargas, Eduardo VI. Sinclair, Ferguson VII. Quesada, Francisco VIII. CATIE
IX. Título X. Serie

Tabela de conteúdo

Introdução.....	6
GLOSSÁRIO.....	8
CAPÍTULO 1: UMA VISÃO GERAL.....	10
A INTERFACE GRÁFICA.....	10
As zonas e barras da interface gráfica do usuário de ShadeMotion.....	10
O tempo em ShadeMotion: momentos, alcance solar diário e dias de simulação.....	12
Localização geográfica do terreno.....	13
Simulações dinâmicas, estáticas e instantâneas.....	14
O mapa de sombras de uma simulação.....	15
A cobertura de copas de um conjunto de árvores.....	15
Densidade de população (ou simplesmente Densidade).....	15
A área basal de um conjunto de árvores sobre o terreno.....	15
Guardar uma simulação.....	15
Carregar uma simulação.....	16
Sobre as unidades de medida das árvores e do terreno.....	16
CAPÍTULO 2: AS ÁRVORES.....	17
As características das árvores.....	17
Valores que determinam as características das árvores.....	17
A variação mensal de folhagem (caducifolia) e a densidade máxima da copa.....	18
A direção do semieixo positivo Y+.....	19
Quatro maneiras de plantar árvores.....	20
i) Manualmente.....	20
ii) Arranjos de plantação: sistemático e aleatório.....	21
Arranjos simples.....	21
Arranjos complexos.....	22
Arranjos aleatórios.....	23
iii) Preparação de um arquivo Excel tomando os dados no campo.....	24
a. Em coordenadas cartesianas.....	24
b. Em coordenadas GPS.....	25
Centralização de um conjunto de árvores no terreno.....	25
Apagar árvores, apagar sombras ou limpar o terreno.....	25
Definição de novas espécies e preenchimento de suas tabelas.....	26
As espécies de pé.....	27

CAPÍTULO 3: SOBREPOSIÇÕES, BANDEIRAS, ZONA DE AMOSTRAGEM E simulação em terrenos inclinados.	29
As sobreposições de sombras.....	29
Os cultivos que crescem sob as árvores	29
Escolha de uma zona de amostragem dentro do lote.....	30
Deletando a zona de amostragem.....	32
Vistas 2D e 3D do terreno e das árvores.	32
Vista 2D.	33
Vista 3D.	33
Simulações em terrenos inclinados.....	33
Orientação do eixo Y+ em terrenos inclinados.	34
Filtros.....	35
Passos e intervalos.....	35
O menu “Configuração”.	36
 CAPÍTULO 4: EXEMPLOS DE SIMULAÇÕES	 38
 CAPÍTULO 5: RESULTADOS	 41
Agradecimentos.....	49

Introdução

Os fisiologistas de plantas desenvolveram modelos muito completos sobre a quantidade de radiação que as plantas recebem, a maioria deles baseados na estrutura morfológica das plantas. ShadeMotion enfoca o problema de um ponto de vista diferente e trata com a sombra que as plantas projetam quando bloqueiam os raios solares, com base em considerações de tipo puramente geométrico e aproveitando a exatidão das fórmulas que determinam a posição do Sol em qualquer época do ano e em qualquer lugar da Terra.

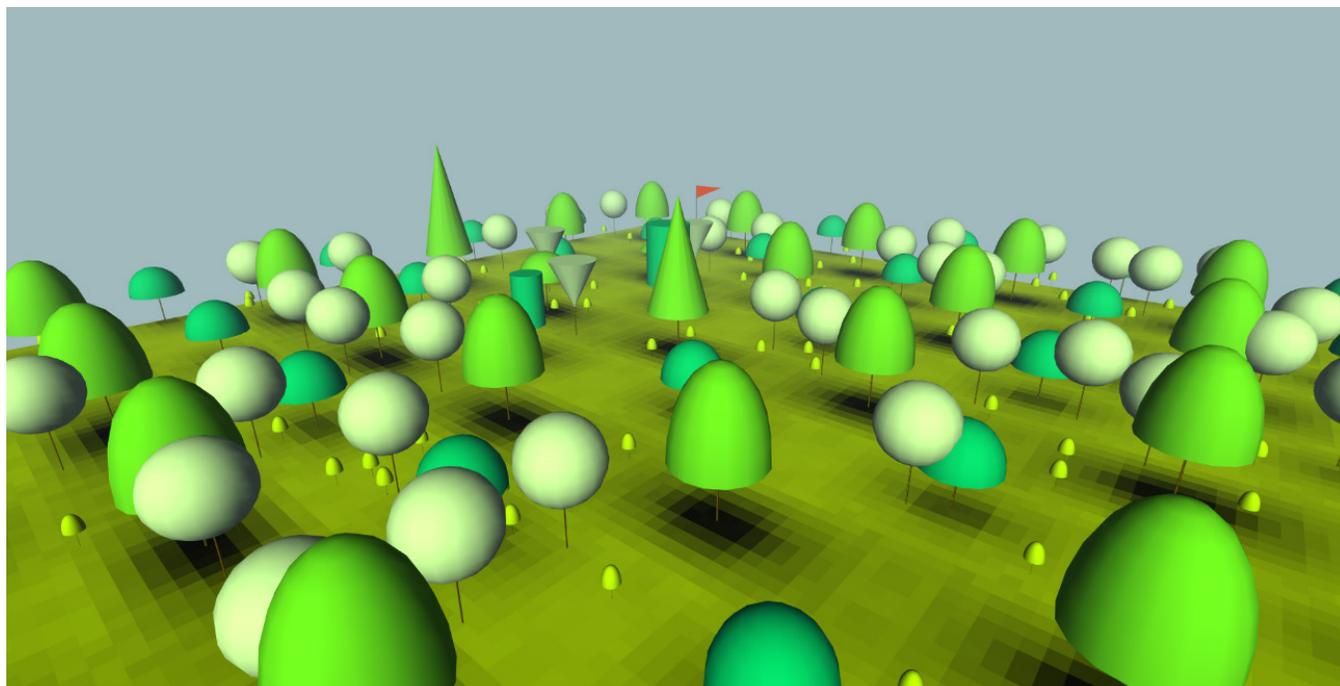
ShadeMotion permite manter a contabilidade das horas de sombra que se acumulam em cada “ponto” (célula) de um terreno com árvores durante um período de tempo especificado pelo usuário.

Os usuários têm uma ampla gama de opções para construir as simulações:

- O terreno pode estar localizado em qualquer latitude geográfica do planeta.
- O terreno pode ser plano ou inclinado com qualquer grau de inclinação e a inclinação pode estar orientada em qualquer direção.
- Pode-se plantar qualquer número de árvores em quaisquer posições sobre o quadrículo que representa o terreno.
- Cada árvore pode ter suas próprias características quanto a forma, tamanho da copa e espessura e altura do tronco.
- A forma da copa está limitada a um repertório de figuras geométricas básicas: esferas, semiesferas, elipsoides, semi-elipsóide, cones, cones invertidos, cilindros e guarda-chuva.
- Cada copa pode ter seu próprio grau de densidade ou opacidade de copa, o mesmo que sua própria pauta de variação mensal da densidade de copa devida à queda e reconstrução da folhagem.
- Cada espécie pode ter seu próprio padrão de crescimento da copa e do tronco.
- O programa dá os resultados das simulações em forma gráfica e mediante documentos em vários formatos.
- Pode-se ver vistas tridimensionais do terreno com as árvores.

Novo na versão 5.0:

- Pode-se plantar árvores formando arranjos sem ter que plantar cada árvore individualmente.
- Pode-se tomar em conta o crescimento do cultivo sob a copa a fim de calcular o mapa de sombra à altura das plantas do cultivo.
- Pode-se modelar as espécies de pé, cuja copa se expande e contrai periodicamente.
- Agora os relatórios de sombra são feitos por cada intervalo de tempo sem somar o acumulado nos intervalos anteriores.
- Consegue-se uma diminuição considerável no tempo de execução das simulações.
- Pode-se baixar o instalador ou correr as simulações online no site ww.shademotion.net.
- O software corre agora nas três plataformas Windows, OS ou Linux.



Glossário

Arquivos brutos. Arquivos que contêm a informação mais detalhada de uma simulação pois registram a quantidade de sombra em cada célula para cada momento da simulação.

Área basal. É a soma das áreas das seções transversais de todas as árvores medida à altura do peito, por unidade de área, geralmente medido por hectare.

Arranjo simples. Disposição das árvores em linhas e colunas alinhadas vertical e horizontalmente, formando células retangulares.

Arranjo complexo. Disposição das árvores obtida pela sobreposição de dois ou mais arranjos simples.

Arreglo aleatório. Disposição das árvores que são geradas ao colocá-las aleatoriamente no terreno.

Bandeira. Marca que se coloca em uma célula para consultar a quantidade de sombra que acumula em uma simulação.

Caducifolia. Fenômeno que consiste na perda da folhagem (queda das folhas) de algumas árvores durante certos meses do ano e a recuperação da folhagem durante outros meses.

Cobertura de copa. É a área da sombra que as copas das árvores projetam devido à incidência de raios de luz perpendiculares ao solo, descontando os “buracos” de luz devido à densidade da folhagem.

DAP. Abreviatura para “diâmetro al pecho”. Refere-se ao diâmetro do tronco de uma árvore na altura do peito.

Densidade de copa. É a porcentagem de opacidade que o vidro oferece para a passagem da luz. Um vidro totalmente opaco corresponde a uma densidade de 100%.

Densidade de populacional. É expressado como o número de árvores por unidade de área. No ShadeMotion, as unidades padrão são o número de árvores por hectare.

Frequência de movimento solar. Indica com que frequência o Sol muda de posição e a posição das sombras é recalculada durante a execução de uma simulação.

Intervalo. Período de tempo durante o qual o programa realiza uma coleta parcial de dados sobre sombra e árvores durante uma simulação.

Modo dinâmico. Este modo é ativado para realizar simulações dinâmicas.

Modo estático. Este modo é ativado para realizar simulações estáticas.

Modo instantâneo. Este modo é ativado para realizar simulações instantâneas.

Modo normal. Refere-se aos modos estático ou dinâmico.

Momento. Em ShadeMotion o Sol não muda de posição continuamente e sim por unidades de tempo chamadas *momentos*. Se o valor dos momentos for definido em 1 hora, o Sol permanece na mesma posição por uma hora antes de mudar para uma nova posição. Dizer que os momentos são de 1 hora equivale a dizer que a frequência do movimento solar é a cada hora.

Passos. São períodos de tempo compostos por um ou mais intervalos. Nas simulações dinâmicas, o usuário pode optar por parar a simulação nas etapas, para poder analisar a sombra e eventualmente plantar ou remover árvores.

Período. Momentos em que -se o usuário o solicitou- o programa para com a finalidade de mostrar o estado do terreno e da sombra. Os períodos são compostos por um ou mais intervalos.

Podável. Diz-se de uma espécie que costuma ser podada regularmente.

Semieixo. Refere-se à metade positiva de qualquer um dos eixos coordenados. Por exemplo, o semieixo Y + é a metade positiva do eixo Y, que está sempre localizado no lado esquerdo da grade do terreno e em uma direção para cima, ou seja, apontando para o topo da tela.

Sobreposições. Fenômenos que acontece quando duas ou mais árvores projetam sombra sobre uma mesma célula do terreno no mesmo momento.

Zona de amostragem. É a área que o usuário pintou de amarelo para que o programa calcule sombras apenas nas células dessa área.

2D. É a visão do terreno e das árvores em duas dimensões.

3D. É a visão do terreno e das árvores em três dimensões.

Uma Visão Geral

A interface gráfica

Três elementos básicos intervêm em uma simulação Shademotion: 1) As árvores, 2) O terreno e 3) O movimento do Sol. O usuário deve proporcionar informação destes três elementos através de uma interface que se descreve a seguir:

As zonas e barras da interface gráfica do usuário de ShadeMotion

1. **Área “O Mapa de Sombra”** localizada no centro da interface, é o quadrículo amarelo onde os usuários plantam as árvores cuja sombra vai ser analisada e onde a quantidade de sombra que cada célula da grade recebe é mapeada. Como será visto mais tarde, existem várias maneiras de o usuário plantar as árvores.
2. **Área “Árvores”**. Está localizada no lado esquerdo do terreno. Aqui se introduzem os dados das árvores que vão ser plantadas no terreno usando o ponteiro do mouse. Os dados que o usuário pode inserir para cada árvore plantada incluem: espécie, posição (coordenadas cartesianas) no solo, formato e dimensões da copa, diâmetro e altura do tronco e densidade da copa. A metade inferior mostra informações sobre o número de árvores plantadas, densidade de plantio, cobertura de copa e área basal.
3. **Área “Movimento Solar” e zona “Terreno”**. Nesta zona, localizada à direita do terreno, o usuário/usuária introduz informação que determina a frequência e o alcance diário de movimento solar, o tempo de calendário da simulação.
4. **Área “Terreno”**. Nesta área, localizada na parte inferior da grade, o usuário insere as características do terreno: latitude geográfica, grau de inclinação e orientação do terreno, dimensões do terreno e orientação dos eixos coordenados. A área inclui um campo para o cultivo que cresce à sombra.

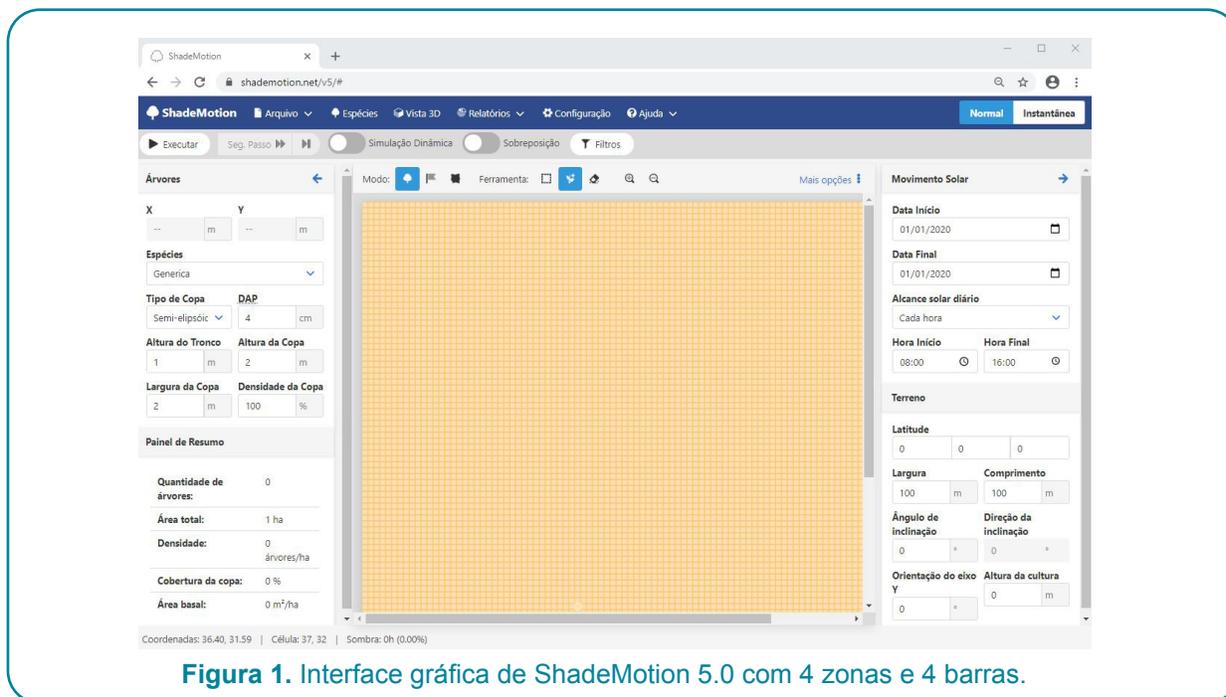


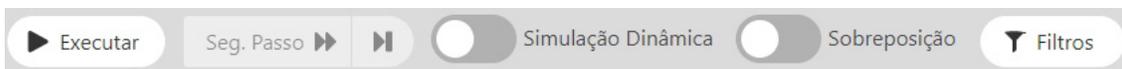
Figura 1. Interface gráfica de ShadeMotion 5.0 com 4 zonas e 4 barras.

Na interface estão as seguintes barras:

- Barra de Menus.** Contém alguns menus usuais na maioria das aplicações (Arquivo, Configuração, Ajuda, etc.) e menus específicos da aplicação (Espécies, Relatórios, entre outros).



- Barra de Simulações:** Contém botões para selecionar o modo em que se deseja correr uma simulação (estática, dinâmica, com sobreposições de sombras ou sem estes).



- Barra de Modos e Ferramentas:**

Mostra os três modos de ação que pode tomar o usuário (plantar árvores, plantar bandeiras e definir a área de amostragem da sombra no lote) e suas respectivas ferramentas:

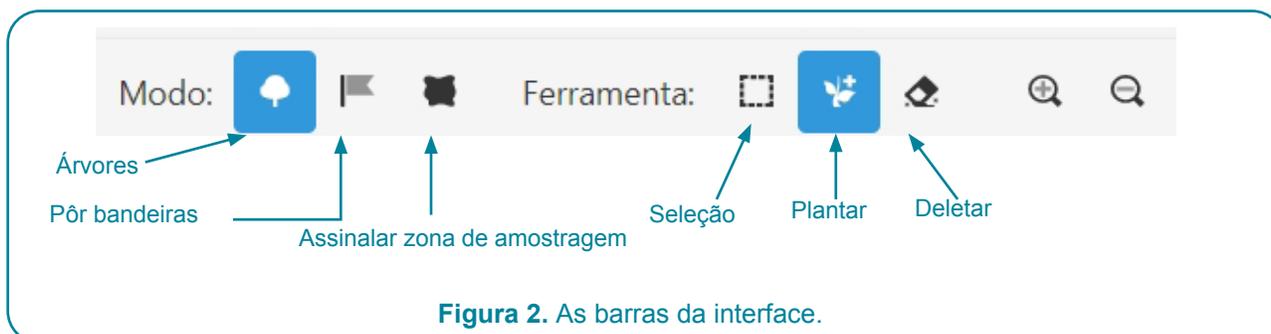


Figura 2. As barras da interface.

Cada modo pode operar com as ferramentas da direita (Seleção, Plantar e deletar. Por exemplo, estando selecionado o modo Árvores, representado por uma pequena árvore, é possível plantar árvores (ferramenta da plantinha), apagar árvores (ferramenta de deletar) ou selecionar árvores (ferramenta do quadrinho).

8. **Barra de status.** Ela está localizada abaixo da grade do terreno, na parte inferior da tela e contém informações sobre a quantidade de sombra que fica armazenada na célula sobre a qual o mouse repousa ao movê-lo sobre o mapa de sombras, após executar a simulação. Exemplo:

Coordenadas: 96.70, 20.84 | Célula: 97, 21 | Sombra: 0h (0.00%)

O tempo em ShadeMotion: momentos, alcance solar diário e dias da simulação

Em ShadeMotion a posição do Sol se calcula com uma frequência selecionada pelo usuário. Se, por exemplo, **uma frequência de movimento solar** de uma hora for escolhida, ShadeMotion irá calcular a posição das sombras a cada hora. As horas seriam as unidades de tempo básicas da simulação, às quais chamamos **momentos** da simulação. Se uma simulação consta de 1000 momentos isto significa que a posição do Sol e das sombras se calculou 1000 vezes. Podemos pensar que toda simulação é uma sucessão de *momentos*, em cada um dos quais se registrou a posição do Sol e das sombras das árvores. O valor da frequência do movimento solar se determina no campo “Frequência movimento solar”, na área “Movimento Solar”:

Alcance solar diário

Cada hora

As opções disponíveis são: Cada 4 horas, Cada 2 horas, Cada hora, Cada 30 minutos, Cada 15 minutos. o valor padrão é “A cada hora”. Obviamente, quanto mais frequentemente a posição do Sol é calculada, maior a precisão dos resultados, mas na mesma medida a duração da simulação aumentará, assim como o tamanho dos arquivos brutos, que podem ter 10^{10} registros e só podem ser analisado com software apropriado (o Excel não é adequado para esses tipos de arquivos porque só pode lidar com 10^6 registros).

Em uma simulação, além da **frequência do movimento solar**, o usuário especifica uma data inicial (dia, mês, ano) e final de simulação (com o qual se determina o **número de dias de simulação**) e a hora inicial e final de cada dia da simulação (ao que chamamos **alcance solar diário**). Esta informação, junto com a definição da **frequência do movimento solar**, determina o **número de momentos por dia** em que se toma a posição do sol. O número total de momentos de uma simulação (que chamamos “**total momentos**”) se calcula:

Total momentos = “número de dias da simulação” x “ número de momentos por dia”

Por exemplo, se um usuário realiza uma simulação entre 01 janeiro 2020 e 31 dezembro 2020 (365 dias de simulação) e observa a posição do sol cada hora entre 8 am e 4 pm (9 momentos de simulação por dia), o número total de momentos da simulação é $365 \times 9 = 3285$ momentos. Se rodarmos esta simulação em um campo de 1 ha, com uma grade de 1 m de cada lado, resultando em 10 mil células de 1 m² cada, o Shademotion conta o número de momentos da simulação que cada célula do campo

ficou sombreada durante a simulação. Se uma célula recebeu 1354 momentos de sombra em toda a simulação, quando você posiciona o cursor sobre essa célula, uma porcentagem de sombra de 41% será exibida, que vem de $\ast \left(\frac{1354}{3285} \right)$

Localização geográfica do terreno

O usuário deve inserir a latitude geográfica da parcela. A latitude deve ser inserida em graus, minutos e segundos, ao norte do equador como quantidades positivas e ao sul como negativo. A latitude geográfica é inserida na caixa “Latitude” localizada na área “Terreno”.

The image shows a software interface with two main sections: 'Movimento Solar' and 'Terreno'. The 'Movimento Solar' section includes fields for 'Data Início' (01/01/2020), 'Data Final' (01/01/2020), 'Alcance solar diário' (Cada hora), 'Hora Início' (08:00), and 'Hora Final' (16:00). The 'Terreno' section includes fields for 'Latitude' (0 0 0), 'Largura' (100 m), 'Comprimento' (100 m), 'Ângulo de inclinação' (0°), 'Direção da inclinação' (0°), 'Orientação do eixo Y' (0°), and 'Altura da cultura' (0 m).

Figura 3. La zona “Terreno” localiza-se à direita da grade do terreno.

Simulações dinâmicas, estáticas e instantâneas

Modo dinâmico. Desta forma, considera-se o crescimento das copas e do tronco de cada espécie, bem como a expansão e contração cíclicas das copas das árvores regularmente podadas (espécies “podáveis”). Em uma simulação dinâmica também é possível ter informações sobre o crescimento de uma cultura que cresce sob as árvores e o usuário pode estar interessado em contar a sombra não ao nível do solo, mas ao nível da copa das plantas de cultivo. Em uma simulação dinâmica, o usuário pode remover ou plantar árvores durante a simulação. O modo dinâmico é especialmente útil para estudar a sombra em fazendas ao longo de vários anos, por exemplo, ao longo do ciclo de vida de uma cultura que é manejada sob espécies de sombra, como café ou cacau.

Modo estático. Neste modo, o crescimento das árvores não é levado em consideração: as dimensões da copa e do tronco permanecem constantes e não é possível plantar ou remover árvores durante a simulação. No modo estático, a simulação é executada sem parar do início ao fim. No entanto, o programa leva em consideração as variações mensais na densidade da folhagem das espécies arbóreas ao longo do ano (caducifólias). Embora o modo estático possa ser executado para simulações de qualquer duração, faz mais sentido utilizá-lo em simulações cujo intervalo de duração não ultrapasse um ano, uma vez que nos anos subsequentes a distribuição das árvores, bem como suas dimensões, não variaria e nem fariam a contagem de sombra.

Seleciona-se entre as opções de modalidade estática ou dinâmica com o botão da esquerda da Barra de Modos e Ferramentas, o qual alterna entre os dois modos:



Modo instantâneo. Esta modalidade permite ver o mapa de sombra em um momento fixado pelo usuário. A opção de simulação instantânea é selecionada na extrema direita da "Barra de Menu". A opção «Normal» habilita as opções para simulações dinâmicas ou estáticas.



O mapa de sombras de uma simulação

Toda simulação produz um mapa de contorno, em diferentes tons de cinza, das horas-sombra de cada célula do campo: quanto maior a quantidade de sombra, mais escuro é o tom de cinza. Se você colocar o ponteiro do mouse sobre uma célula, na Barra de Tarefas, localizada abaixo da grade do terreno, você pode ver o valor das coordenadas da célula seguido pela quantidade de sombra expressa em horas como uma porcentagem do total momentos da simulação.

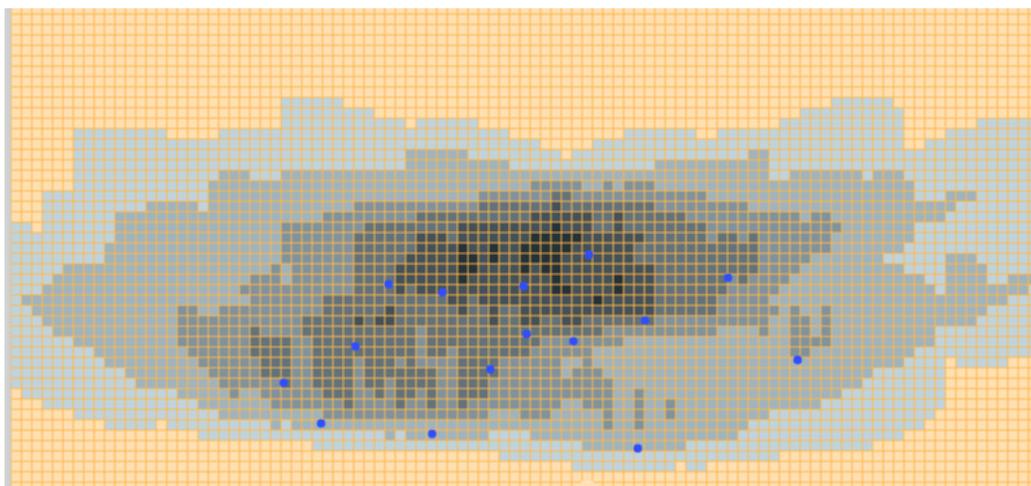


Figura 4. O mapa da sombra sobre o terreno mostra as zonas com diferentes níveis de intensidade de sombra. Os pontos azuis indicam os lugares onde estão plantadas as árvores.

A cobertura de copas de um conjunto de árvores

A cobertura da copa de uma árvore é definida como a área da projeção vertical da copa (circular) sobre um terreno horizontal, levando em consideração a densidade da copa (as copas podem permitir todos, uma fração ou nenhum dos raios do Sol). A cobertura da copa de um conjunto de árvores é a soma das coberturas individuais das árvores que compõem o conjunto.

Exemplo:

A cobertura da copa de uma árvore de copa esférica com um diâmetro de 10 m e uma densidade de copa de 100% igual à área de um círculo de diâmetro 10, a qual se calcula segundo a fórmula: $\pi(\frac{10}{2})^2 = 78$. Se houver 70 árvores/ha de terra, será necessário multiplicar a cobertura por árvore pelo número de árvores por hectare, dividir esse produto por 10 mil metros quadrados por hectare e, finalmente, multiplicar essa proporção por cem para expressar a porcentagem de cobertura da copa das árvores no terreno

Densidade populacional (ou simplesmente Densidade)

A densidade populacional é um quociente que expressa a quantidade de árvores por unidade de área do terreno. Normalmente, a densidade é expressa em árvores por hectare (árvores / ha). Por exemplo, se temos 20 árvores em um campo de 5.000 metros quadrados (meio hectare), a densidade desse conjunto de árvores é de $20 * \frac{10000}{5000} = 40$ árvores/ha.

A área basal de um conjunto de árvores sobre o terreno

A área da seção transversal do tronco de uma árvore à altura do peito (1.3 m sobre o solo) é uma medida importante para biólogos e engenheiros florestais. Esta medida se toma supondo que os troncos das árvores têm forma cilíndrica. A soma das áreas das seções transversais de todas as árvores por unidade de área (hectare, quarteirão, acre) à altura do peito é conhecida como a área basal (**G**) da plantação. As unidades mais usadas frequentemente são os metros quadrados por hectare. Por exemplo, se tivermos 30 árvores de 20 cm de DAP e um lote de 0.6 ha, o valor de G será de 1.57 m²/ha.

Guardar uma simulação

Para salvar uma simulação, selecione a opção “Salvar” no menu “Arquivo”. Quando uma simulação é salva, o que o programa armazena são todos os valores iniciais que permitirão sua execução novamente em condições idênticas. Isso inclui as árvores com suas características, incluindo suas tabelas de crescimento e todos os dados inseridos nas zonas “Movimento Solar” e “Terreno” e na janela “Configuração” (que será discutida mais tarde). As simulações são salvas no formato “json”. Deve ficar claro que a operação “Salvar” não salva os resultados da mesma. Se o usuário deseja salvar os resultados da simulação, deve fazê-lo ao final da simulação. Em simulações dinâmicas, alguns resultados podem ser salvos durante a simulação. Detalhes sobre os resultados de uma simulação são discutidos no Capítulo 4.

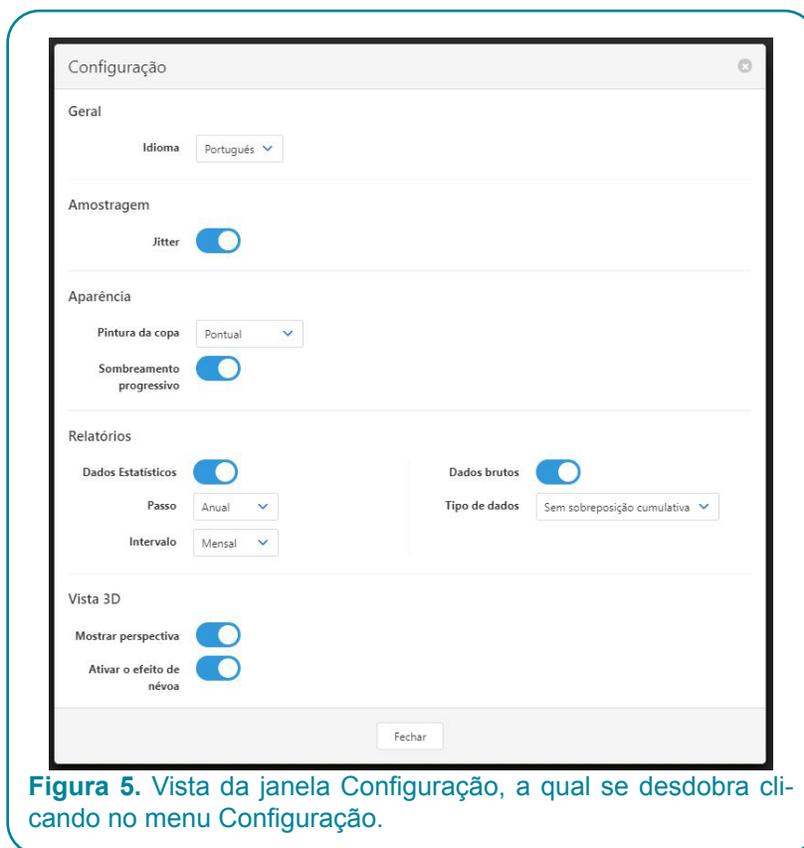


Figura 5. Vista da janela Configuração, a qual se desdobra clicando no menu Configuração.

Carregar uma simulação

Os arquivos com simulações de ShadeMotion têm extensão “.json”. Carrega-se uma simulação do menu “Arquivo” com a opção “Abrir”. Também é possível carregar uma simulação arrastando o ícone do arquivo e colocando-o na grade do terreno ou em qualquer outra parte da janela do programa.

Sobre as unidades de medida para árvores e terreno

O procedimento geométrico de projeção da sombra da copa de uma árvore sobre o terreno tem a propriedade de preservar as razões entre as medidas das árvores e as de suas sombras, independentemente das unidades de medida usadas para medir árvores. Isto permite ao usuário introduzir as medidas das árvores (largura e altura da copa, etc.) nas unidades da sua preferência, desde que o tamanho do terreno seja interpretado nessas mesmas unidades. Se, por exemplo, as medidas das árvores são inseridas em jardas, deve-se ter em mente que cada célula mede uma jarda de largura. Se as medidas das árvores são inseridas em metros, o usuário, conseqüentemente, deve interpretar que cada célula mede um metro de lado.

As características das árvores

As características das árvores devem ser definidas antes do plantio. Por isso, vamos primeiro discutir as características das árvores, antes de explicar as diferentes formas de plantá-las.

Valores que determinam as características das árvores

A seguinte lista descreve as características que podem ter uma árvore em ShadeMotion:

1. Posição terreno
2. Espécie
3. Tipo de copa
4. Largura (diâmetro) e altura da copa
5. Diâmetro à altura do peito e altura do tronco até a base da copa
6. Densidade de copa
7. Variação mensal da densidade de copa (caducifólia).
8. Tabela de crescimento das quatro variáveis incluídas nos incisos 4 e 5 desta lista
9. Tabela do ciclo de poda, em caso de se tratar de uma árvore que se poda regularmente.

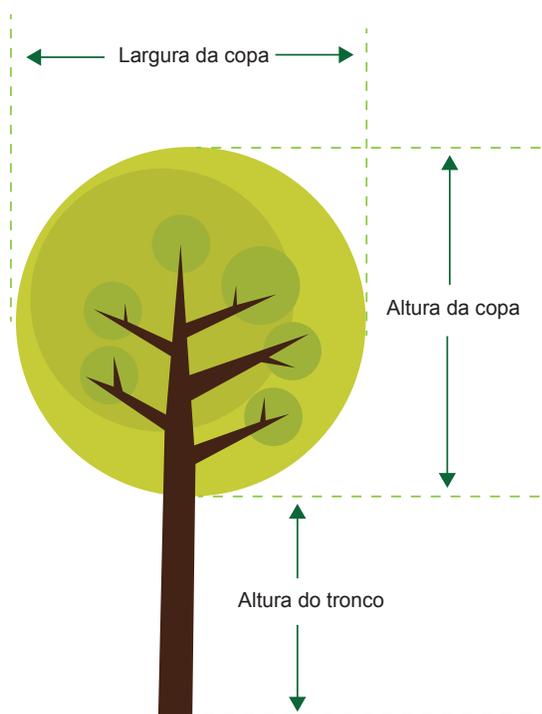


Figura 6. Dimensões da árvore.

A variação mensal de folhagem (caducifólia) e a densidade máxima da copa

A maioria das espécies arbóreas não retêm sua folhagem durante o ano, em vez disso, elas geralmente a perdem em alguns meses do ano e a recuperam em outros. Este fenômeno é conhecido pelo nome de decídua. O ShadeMotion permite ao usuário atribuir qualquer padrão de variação mensal da folhagem a uma espécie. Para acessar a tabela de variação de folhagem:

1. Clique no menu “Espécies” localizado na Barra de Menu.
2. Na janela Espécie, clique na opção “Variação da folhagem” e prossiga para inserir as porcentagens da folhagem máxima que se atinge a cada mês. Um valor de 0% indica que a árvore perdeu toda a folhagem e a copa deixa entrar toda a luz. Um valor de 100% indica que nesse mês a copa tem a quantidade máxima de folhagem que a espécie atinge.

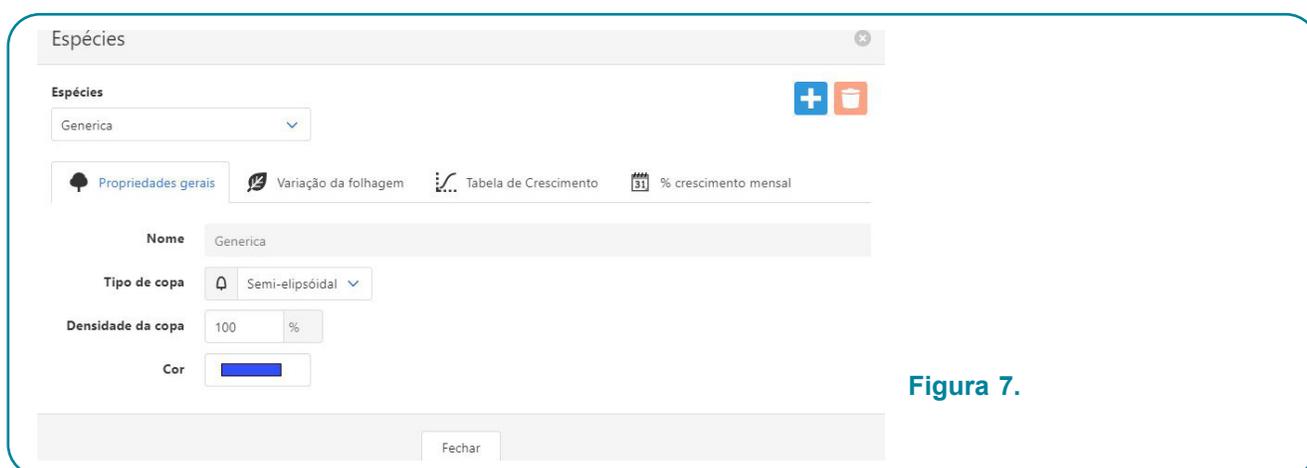


Figura 7.

As espécies diferem na folhagem máxima que atingem durante os meses do ano. Por exemplo, uma laranja tem uma copa com a folhagem densamente comprimida em toda a superfície e volume interno da copa, de modo que não permitem a passagem dos raios de luz. A copa de uma laranjeira (sem poda) é praticamente uma figura sólida com 100% de densidade máxima de folhagem na copa (ou simplesmente: densidade de copa). Um loureiro (*Cordia alliodora*) atinge uma densidade de copa de 50% nos meses com maior quantidade de folhagem. O Shademotion combina a densidade da coroa com a caducifólia mensal e gera aleatoriamente para cada copa, em cada momento de simulação, uma série de “orifícios de luz”. Enquanto a densidade da copa é inserida na zona “Árvore”, as porcentagens de variação mensal da folhagem de uma espécie são inseridas na tabela “Variação da folhagem” da janela “Espécies” do menu “Espécies”.

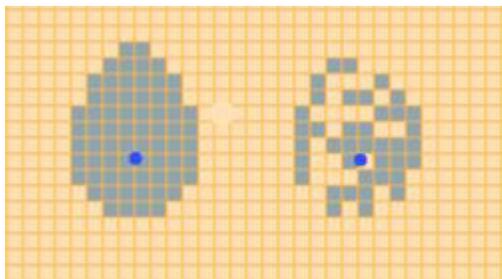


Figura 8. Na Figura 8, a copa da esquerda tem uma densidade de 100% e a copa da direita de 60%, mostrando um 40% de orifícios de luz. Os pontos azuis mostram as células onde foram plantadas as árvores.

Na Figura 8, a copa da esquerda tem uma densidade de 100% e a copa da direita de 60%, mostrando um 40% de orifícios de luz.

A direção do semieixo positivo Y +

Um sistema de coordenadas cartesianas é dividido em quatro quadrantes. Apenas o quadrante com valores positivos nos interessa para representar a posição coordenada de cada árvore no solo. Matematicamente, o quadrante superior direito de um sistema de coordenadas cartesiano é definido por dois semieixos, um para os X's (X +) e outro para os Y's (Y +).

O semieixo Y + do terreno (extremidade esquerda da grade) aponta por padrão na direção norte à medida que é percorrido de baixo para cima. Porém, quando se deseja simular a distribuição da sombra em um gráfico horizontal do mundo real, há momentos em que mudar a direção em que os referidos pontos do semieixo podem facilitar o cálculo das coordenadas das árvores no campo. Feito isso, é de extrema importância registrar a nova direção que Y + está apontando, conforme explicado a seguir. Para interpretar corretamente a posição do mapa de sombra em relação aos pontos cardeais, tenha em mente a seguinte regra:

O extremo esquerdo da grade do terreno, como é percorrido em uma direção para cima, ele aponta na direção atribuída ao semieixo Y +.

A orientação do semieixo Y + deve ser fixada antes de plantar as árvores na grade do campo. Se for feito após as árvores terem sido inseridas, isso equivale a uma mudança do lote, que irá gerar um mapa de sombras localizado em um local diferente do que a sombra do lote teria ocupado antes de fazer a alteração.

Exemplo:

Na figura 9 da esquerda o semieixo Y+ aponta para o norte e o extremo esquerdo do terreno vai de sul para norte, de baixo para cima. A figura mostra uma árvore com a sombra acima do ponto onde a árvore está plantada, o que significa que a sombra é projetada ao norte desse ponto. O fato de a sombra estar ao norte do ponto de plantio é um fato geográfico que não pode ser alterado por uma mudança na direção dos eixos coordenados. Na figura 9 à direita, temos a mesma árvore na mesma hora e dia. Antes de plantar a árvore, foi alterada a direção do semieixo Y +, que agora aponta na direção leste (com $\varphi = 90$). A extremidade esquerda do terreno agora corre de oeste para leste conforme você percorre de baixo para cima. A árvore continua projetando sua sombra ao norte do ponto onde foi plantada, como deveria ser.

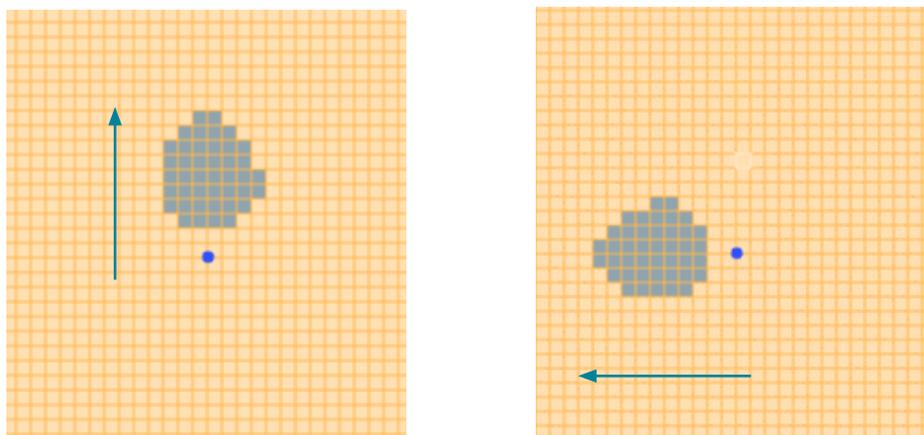


Figura 9. Na figura da esquerda a seta e a borda esquerda do terreno apontam para o norte, na figura à direita a borda esquerda aponta para o leste e a seta aponta para o norte.

Quatro maneiras de plantar árvores

Uma vez que o usuário o atribuiu às árvores as propriedades que deveriam ter, existem quatro maneiras de trazê-las para a grade do terreno:

- Manualmente com o mouse.
- Automaticamente mediante um arranjo regular ou aleatório.
- Preparando ou importando um arquivo Excel com dados tomados no campo em duas maneiras possíveis.
 - Preparação em coordenadas cartesianas.
 - Preparação mediante um dispositivo GPS.

Em seguida, cada item da lista anterior é desenvolvido.

i. Manualmente

Na Barra de Modos e Ferramentas se seleciona o ícone da árvore e a continuação o da plantinha:



Mova o ponteiro do mouse até a célula onde deseja plantar a árvore e clique com o botão esquerdo.

Árvores

X: -- m Y: -- m

Espécies: Generica

Tipo de Copa: Semi-elipsóida DAP: 4 cm

Altura do Tronco: 1 m Altura da Copa: 2 m

Largura da Copa: 2 m Densidade da Copa: 100 %

Painel de Resumo

Quantidade de árvores:	0
Área total:	1 ha
Densidade:	0 árvores/ha
Cobertura da copa:	0 %
Área basal:	0 m ² /ha

Figura 10. A figura mostra a área à esquerda do terreno, que contém a área “Árvores” e o “Painel de Resumo”.

Quando as árvores são plantadas com o mouse, os usuários podem modificar (para cada árvore plantada) os valores das janelas na Zona da Árvore. As caixas X e Y são usadas para mover uma árvore já plantada para uma nova posição, selecionando-a primeiro. Na parte inferior existe uma área chamada “Painel de Resumo” onde são mostrados o número de árvores, a área do terreno e as estimativas de densidade, cobertura de copa e área basal.

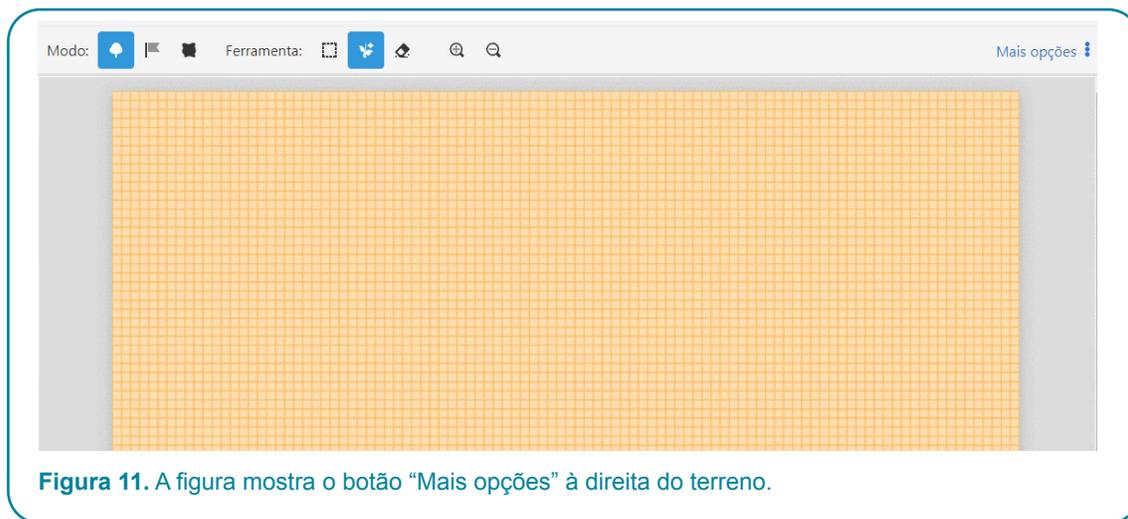
ii. Arranjos de plantação: sistemático e aleatório

É possível plantar árvores formando arranjos de muitos variados tipos.

Arranjos simples

Arranjos sistemáticos são construídos a partir de arranjos simples. Um arranjo simples é composto de linhas horizontais e colunas verticais que delineiam padrões quadrados ou retangulares. Um arranjo simples deve conter árvores da mesma espécie e de características idênticas. Para plantar um arranjo simples:

Na janela “Mais opções”, à direita do terreno, escolha a opção “Padrão de plantio sistemático” e insira os seguintes dados na janela pop-up correspondente.



- Insira a distância entre árvores de uma mesma fila ou *distância horizontal*.
- Insira a distância entre árvores de uma mesma coluna ou *distância vertical*.
- Insira as coordenadas da árvore localizada na esquina inferior esquerda do arranjo (fila inferior, coluna da esquerda)

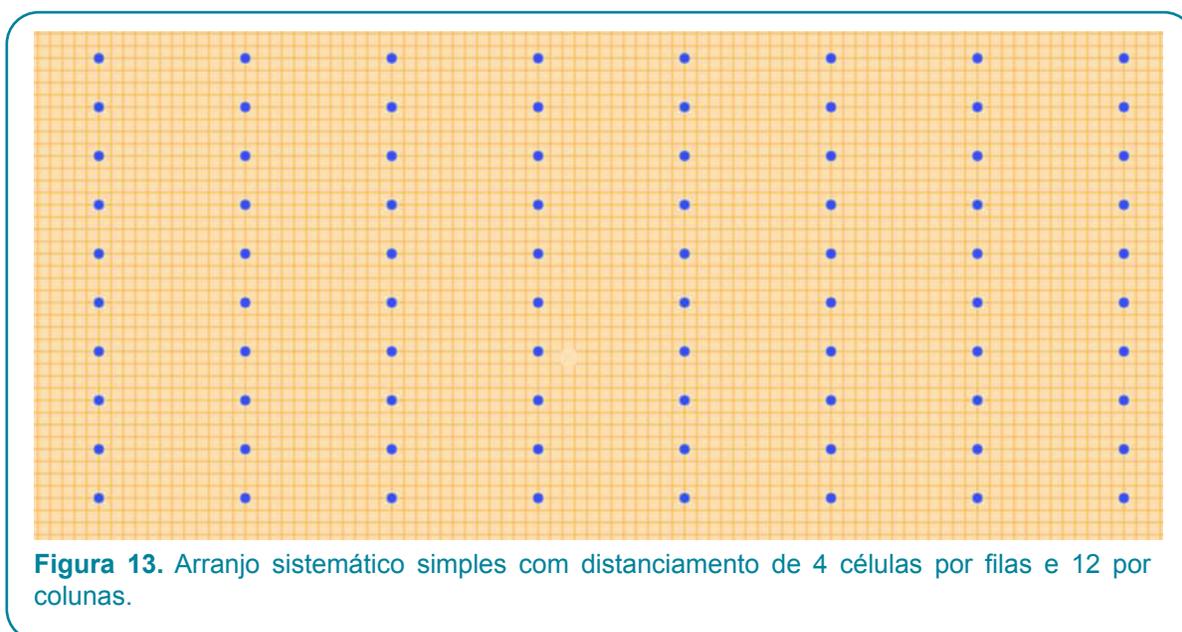
✕
Padrão Plantio Sistemático

#	Espécies	d _{ap}	Largura da Copa	Altura da Copa	Altura do Tronco	Distância Horizontal	Distância Vertical	Coordenadas X e Y da primeira árvore		
1	Generica	4	2	2	1	5	5	0	0	

Plantar Árvores
Fechar

Figura 12.

A figura mostra a janela “Padrão de Plantio Sistemático” de um arranjo simples onde a distância horizontal é de 12 metros e a vertical de 4 metros e as coordenadas da árvore localizada na esquina inferior esquerda são (0, 0). A figura13 seguinte mostra uma porção de este arranjo.



Arranjos complexos

Mediante superposição de arranjos simples é possível construir arranjos complexos, cujas células básicas não são necessariamente retangulares. A Figura 14 mostra um arranjo complexo (velas com árvores em fileiras duplas e plantação “al três bolillos” ou triangular) formadas pela sobreposição de dois arranjos simples: uma espécie madeireira em azul e uma espécie frutífera em verde. As árvores madeireiras aparecem em azul com uma distância vertical de 6 m, uma distância horizontal de 18 m e a primeira coordenada da árvore (0, 0). As árvores frutíferas aparecem verdes e foram plantadas a uma distância vertical de 6 m, a uma distância horizontal de 18 m, e as coordenadas da primeira árvore (3, 3).

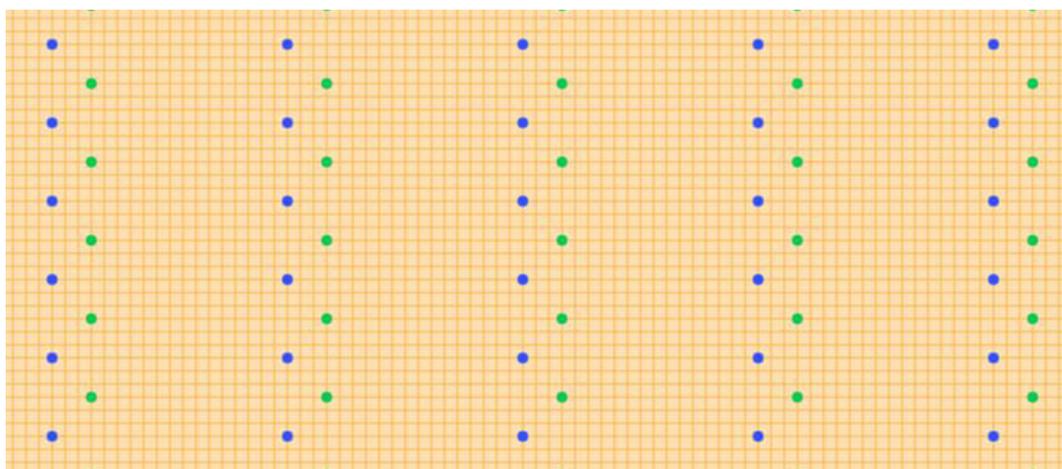


Figura 14: Arranjo sistemático complexo obtido como superposição de 2 arre simples.



Atenção: o ShadeMotion não permite o plantio de duas árvores na mesma posição no solo. Em caso de conflito, a árvore predominante é a primeira a ser plantada. Esta regra se aplica a todas as modalidades de plantio de árvores, incluindo arranjos sistemáticos ou arranjos aleatórios.

Arranjos aleatórios

Em um arranjo aleatório, as árvores são plantadas em posições escolhidas aleatoriamente. Para plantar um arranjo aleatório, selecione “Padrão de plantio aleatório” no menu “Mais opções”. O número de árvores no arranjo é definido indicando a densidade da plantação em árvores por hectare de terreno. O ShadeMotion tem um mecanismo para evitar - tanto quanto possível - que duas ou mais árvores sejam plantadas muito próximas uma da outra.

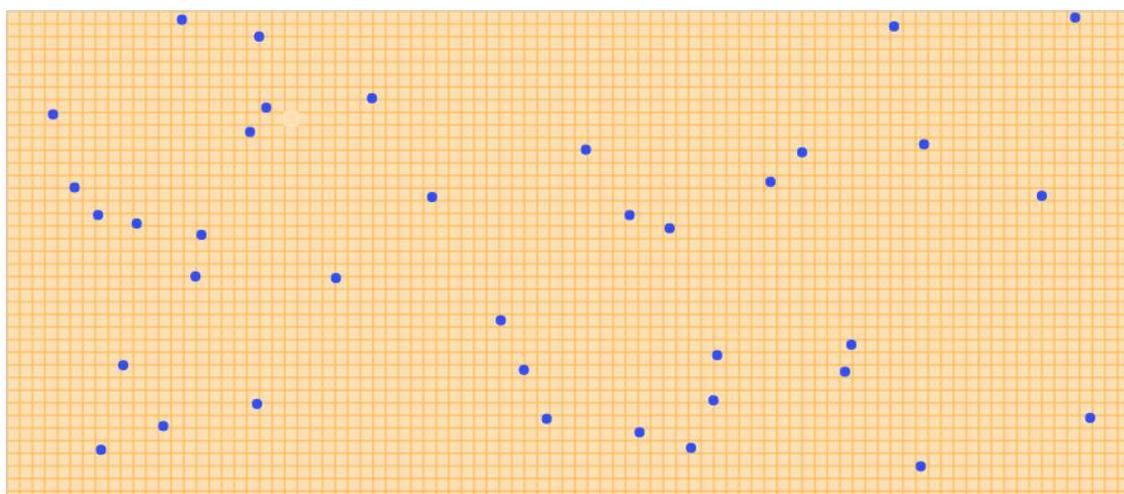


Figura 15. A figura mostra um setor do terreno de 100x100 onde foram plantadas 100 árvores aleatoriamente.

iii. Preparação de um arquivo Excel tomando os dados no campo.

a. Em coordenadas cartesianas

ShadeMotion aceita arquivos Excel com dados sobre árvores se tiverem a estrutura apropriada. No site www.shademotion.net os usuários podem descarregar o arquivo modelo:

Árvores_SMv5.xlsx, o qual podem preencher com os próprios dados da simulação.

Para tomar as coordenadas de posição de um conjunto de árvores no campo, é necessário improvisar um sistema de coordenadas cartesianas artesanais no lote. Para isto:

1. Escolha um ponto do lote como origem de coordenadas, a partir da qual se estenderão duas cordas que formarão os eixos de coordenadas X + e Y +. Este será o ponto ao qual o sistema atribuirá as coordenadas (0, 0) de origem do sistema de coordenadas.
2. As cordas devem formar um par de eixos perpendiculares entre si. É importante que as cordas incluam no primeiro quadrante a região onde TODAS as árvores se encontram. Para isso não deve haver árvores à esquerda do acorde escolhido como eixo Y ou abaixo do acorde escolhido como eixo X. O ideal é escolher a origem de forma que o centro da “nuvem de árvores” esteja localizado aproximadamente no centro do terreno. Se não for possível fazer isso no campo por razões práticas, não importa, ShadeMotion tem a capacidade de “centralizar” as árvores no mapa de sombra (consulte a seção abaixo).
3. Ao instalar o sistema de coordenadas improvisado, é muito importante registrar com uma bússola a direção em que o semieixo Y + do referido sistema está apontando. Este ângulo deve ser medido do Norte e quando medido no sentido horário seu sinal deve ser positivo.
4. Quando o arquivo com os dados do campo é carregado, o valor deste ângulo deve ser inserido na caixa “Orientação do eixo Y. Se foi decidido orientar o semieixo Y + na direção norte, não é necessário inserir nenhum valor nesta caixa, pois neste caso o sistema trabalhará com o valor padrão, que é o valor 0. É muito importante saber que uma vez carregado o arquivo com as árvores, a orientação do semieixo Y + não deve ser alterada.
5. Use uma fita numerada ou dispositivo a laser para medir distâncias entre dois pontos, de forma que você possa determinar as coordenadas de cada árvore.
6. Salve ou archive em uma pasta com um nome apropriado.
7. Para carregar o arquivo selecione a opção “Abrir” do menu “Arquivo”.



Caso o usuário carregue uma simulação preparada em campo por um equipamento do qual não tenha feito parte, o usuário deve assegurar que o referido equipamento registrou a direção do semieixo Y + do sistema alternativa utilizado para o registro das coordenadas.

b. Em coordenadas GPS

Para preparar um arquivo Excel de árvores cujas as coordenadas são obtidas com um dispositivo GPS, os usuários devem estruturar o arquivo de forma adequada. Esta tarefa pode ser simplificada baixando o arquivo de modelo ArbolesGPS_SMv5.xlsx

Este arquivo contém duas folhas, uma para as coordenadas GPS do ponto escolhido como origem e outra para as coordenadas GPS das árvores.

Para prepará-lo, os passos a seguir são os seguintes:

1. Sugere-se renomear o arquivo com um nome que descreva o modelo.
2. Escolha um ponto no terreno como origem das coordenadas. Escolha a posição do ponto de origem de forma que quando o programa converter as posições das árvores em coordenadas cartesianas, as árvores estejam localizadas no primeiro quadrante. Para fazer isso, escolha o ponto de origem de forma que as árvores fiquem à direita de um eixo Y imaginário que começa na origem escolhida e aponte na direção norte e que fiquem acima de um eixo X imaginário que começa na origem escolhida e pontos na direção leste.
3. Registre as coordenadas GPS do ponto original do ponto nº 2. As coordenadas GPS são registradas na folha “Origem” (aba) do arquivo de modelo (primeiro exclua as coordenadas do exemplo que aparece como um guia na folha Origem).
4. Abra a planilha (guia) “Árvores” e prossiga para registrar as coordenadas GPS das árvores, uma árvore em cada linha do documento.
5. Ao terminar de cadastrar todas as árvores, proceda com o carregamento do arquivo Excel desde o menu “Arquivo”, opção “Importar Dados de Campo GPS”. As árvores deverão aparecer no terreno ShadeMotion e o programa terá se encarregado de converter suas coordenadas GPS em coordenadas cartesianas.

Centralização de um conjunto de árvores no terreno

Quando as árvores são importadas por meio de um arquivo de coordenadas cartesianas ou GPS, pode acontecer que o conjunto de árvores esteja fortemente descentralizado, às vezes muito próximo à borda do campo ou mesmo com árvores fora do primeiro quadrante. Centralizar é importante porque quando as árvores estão nas bordas do sistema cartesiano, suas sombras são projetadas fora do mapa de sombras e não são contadas pelo ShadeMotion. Para centrar as árvores, selecione a opção “Centralizar árvores” do menu “Mais opções”, localizado na extremidade direita da barra “Modo e Ferramentas”.

Delete árvores, delete sombras ou limpe o terreno

A remoção de árvores, sombras ou ambos é frequentemente uma necessidade que surge com grande frequência ao construir simulações. Abrir o menu “Mais opções” na parte superior direita do campo oferece as seguintes três opções:

Apagar sombra, apagar árvores, apagar sombra e árvores.

Também é possível apagar uma árvore individual ou um grupo delas, mantendo a presença das demais árvores no solo. Existem duas maneiras de fazer isso:

- 1) Selecione os ícones “Plantar” e “apagar”, ambos na Barra de Modos e ferramentas:



e clique esquerdo sobre as árvores que deseja apaga

- 2) Selecione os ícones “Plantar” e “Selecionar” na Barra de Modos e ferramentas



Coloque com o mouse uma região que inclua as árvores que você deseja deletar. Você notará que as árvores aparecem rodeadas por um pequeno círculo quando estão dentro de uma área de seleção. Você pode excluí-las pressionando a tecla “Del” (“Del” para teclados em inglês) ou pressionando o botão direito do mouse e selecionando a opção “Deletar”.

Definição de novas espécies e preenchimento de suas tabelas

ShadeMotion oferece algumas espécies pré-instaladas: genérica, loureiro (*Cordia alliodora*), laranjeira (*Citrus sinensis*), cacau (*Theobroma cacao*), “poró” (*Erythrina poeppigiana*), banana (*Musa spp.*) e teca (*Tectona grandis*). O usuário também pode definir sua própria espécie. Para fazer isso, clique na opção “Espécies” na Barra do Menu “. Na janela pop-up, clique no sinal “+” no canto superior direito mostrado na figura 16.

Figura 16: Quadro “Espécies”, onde são definidas as novas espécies.

Depois de escrever o nome da espécie na caixa “Nome”, preencha os restantes dados da espécie nos respectivos campos. O quadro contém três campos dedicados às tabelas: “Variação da folhagem”, “Tabela de crescimento” “% de crescimento mensal”. Clicar no respectivo nome abre uma nova caixa onde os dados correspondentes são inseridos. A tabela “Variação da Folhagem” contém apenas os campos para inserir as percentagens correspondentes aos 12 meses do ano. A “Tabela de crescimento” permite adicionar filas com os dados de cada ano. A tabela mostra inicialmente apenas uma fila, mas novas linhas podem ser geradas clicando no ícone “Duplicar” à direita da fila. Se houver mais de uma fila, esta ação duplica a fila na qual o usuário clica, que o usuário pode editar com os valores do ano correspondente.

The screenshot shows a window titled "Espécies" with a dropdown menu set to "Generica". Below the menu are four tabs: "Propriedades gerais", "Variação da folhagem", "Tabela de Crescimento" (which is active), and "% crescimento mensal". The "Tabela de Crescimento" tab displays a table with the following data:

Ano	DAP	Largura da Copa	Altura da Copa	Altura do Tronco
1	32	7	8	19

A "Duplicar" button is located to the right of the first row, and a "Fechar" button is at the bottom of the window.

Figura 17. A “Tabela de crescimento” de uma nova espécie inicialmente mostra apenas uma fila.

Quando o número de anos na simulação é maior do que o número de filas que foram preenchidas na tabela, ShadeMotion repetirá os valores na última fila até que o número de anos na simulação seja concluído. Quando quiser eliminar as espécies, clique no ícone da lata de lixo, à direita do sinal “+”. Ao salvar uma simulação (opção “salvar como”) as espécies definidas pelo usuário, juntamente com suas tabelas são salvas como parte de seus dados iniciais. O campo “% de crescimento mensal” é dedicado a espécies que são podadas regularmente, o que é discutido na próxima seção.

As espécies podáveis

A poda da copa das árvores (para permitir a entrada da luz, para colher biomassa e usá-la como cobertura morta, lenha ou forragem para animais, etc.) é uma prática comum de manejo agroflorestal. A poda reduz o tamanho da copa e o crescimento da árvore a restaura. Em ShadeMotion, qualquer espécie pode ser definida como podável. O crescimento da árvore ocorre em duas escalas de tempo: 1) muda no tamanho total a cada ano com o aumento de sua idade e 2) as dimensões de sua copa podada mudam mensalmente. A tabela de crescimento reflete as dimensões da árvore em cada idade e na ausência de poda. A poda é representada no ShadeMotion na forma de percentagens das dimensões da coroa no gráfico de crescimento para um determinado ano.

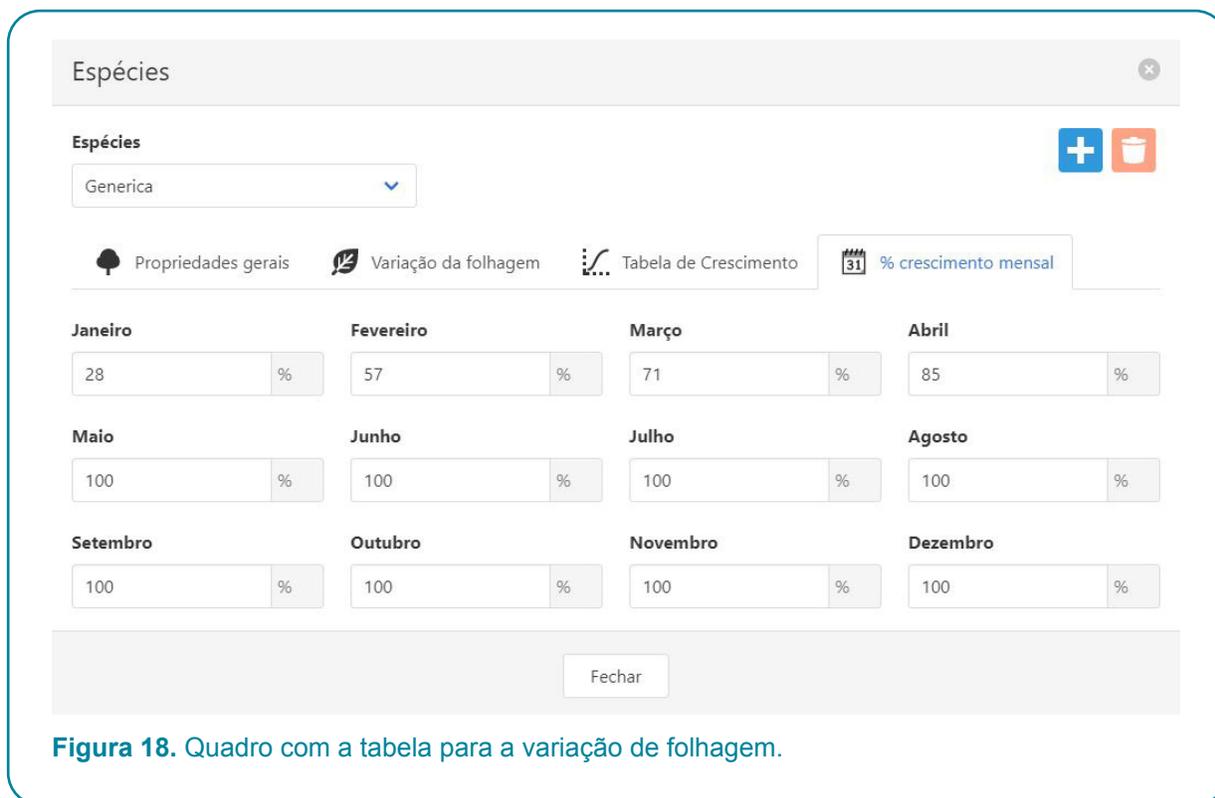


Figura 18. Quadro com a tabela para a variação de folhagem.

Sobreposições, bandeiras, zona de amostragem e simulação em terrenos inclinados

3 Capítulo

As sobreposições de sombras

Duas ou mais árvores podem sombrear simultaneamente (o que chamamos de sobreposição) uma célula de campo durante cada momento de simulação. A pedido do usuário, o ShadeMotion conta o número de horas-sombra que cada célula do campo recebe, levando em consideração ou não as sobreposições. Por exemplo, se no momento da simulação e com uma frequência de movimento solar de 1 hora, uma célula é sombreada simultaneamente por 3 árvores, ShadeMotion conta 1 hora de sombra no arquivo SEM sobreposições e 3 horas no arquivo COM sobreposições. A definição com ou sem sobreposições é importante na interpretação da porcentagem de sombra que é reportada para a célula e nos valores estatísticos que observaremos nos resultados (próximo capítulo deste tutorial). Se a opção SEM sobreposições for escolhida, a porcentagem de sombra irá variar entre 0 e 100%, pois o número de momentos de sombra que podem ser contados em uma célula é igual ou menor que o número total de momentos da simulação. Se a opção COM sobreposições for escolhida, a porcentagem de sombra pode ser superior a 100%. O número de momentos de sombra sobrepostos é uma medida da “quantidade” de sombra recebida por cada célula. Obviamente, se várias árvores sombreiam simultaneamente uma célula, a sombra será maior do que se ela recebesse apenas a sombra de uma árvore.

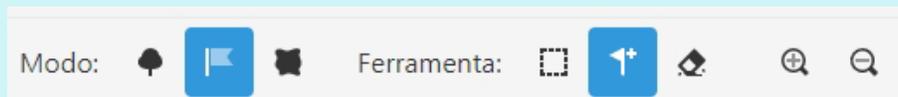
Por omissão, as simulações são executadas no modo “sem sobreposição”. Para alterar o modo, você deve ativar ou desativar o botão <<Traslapos>> localizado na segunda linha da Barra de Ferramentas.



As plantações que crescem sob as árvores

O ShadeMotion surgiu como uma iniciativa para estudar a sombra em áreas agroflorestais onde uma cultura divide a terra com um conjunto de plantas perenes lenhosas que fornecem sombra. Embora sejam levadas em consideração as características da cultura, nem a sombra projetada por suas plantas, o programa oferece a possibilidade de responder a alguns aspectos relacionados à presença de culturas na parcela. A ideia de marcar uma ou mais células no campo onde poderiam ser encontradas plantas, a fim de saber a quantidade de sombra que nelas se acumula, deu origem à ideia de colocar bandeiras nas células onde uma planta pudesse ser encontrada da cultura ou simplesmente onde deseja saber a quantidade de sombra que existe.

1. **Colocação de bandeiras.** 1. Colocação de bandeiras. Suponhamos que você queira marcar uma ou mais células do terreno para saber quanta sombra se acumula nas células. Isso pode ser feito colocando sinalizadores nas células (nas versões anteriores do ShadeMotion conhecidas como “sinalizadores”). O programa colocará pontos vermelhos nas células marcadas. Para colocar uma bandeira, clique no ícone da bandeira na Barra de Ferramentas e Modos, acima do terreno:



Ao Clicar na bandeira também seleciona automaticamente o ícone do machado à direita da bandeira. A bandeira é posicionada levando o ponteiro até a célula a ser marcada e clicando nela.

2. **Exclusão de bandeira.** Para excluir uma bandeira, com a bandeirinha selecionada, selecione também o ícone em forma de borracha, à direita do machado, e clique na célula que contém a bandeira que deseja excluir. Você também pode excluir todos os sinalizadores de uma região fazendo o seguinte:

- 1) Encerrando a região com a ferramenta de seleção.
 - a. Oprimindo o botão direito do mouse e escolher a opção “remove”.
 - b. Ou oprimindo a tecla “Supr”.

3. **Altura do cultivo em uma simulação estática.** Suponhamos que você queira saber a distribuição da sombra em uma certa altura acima do nível do solo, por exemplo, na altura média das plantas em uma cultura. O ShadeMotion permite obter mapas de sombra em diferentes alturas acima do nível do solo, inserindo a altura desejada na caixa “Altura de corte”, localizada na área “Terreno”.

A seguinte restrição deve ser levada em consideração: a altura inserida não pode ser igual ou maior que o valor do tronco com a menor altura das árvores de sombra.

4. **Crescimento do cultivo em uma simulação dinâmica.** Se as bandeiras forem interpretadas como plantas de uma cultura, é possível atribuir uma tabela de crescimento à cultura clicando no botão “Altura da cultura” na parte inferior da zona “Terreno”. Desta forma, o mapa de sombra de cada “Etapa” (ver definição de Etapa à frente) de uma simulação dinâmica é calculado na altura da cultura na referida Etapa.

Escolha de uma zona de amostragem dentro do lote

Várias razões podem motivar ao usuário de ShadeMotion desejar contabilizar a sombra em uma parte e não na totalidade do terreno.

- Por exemplo, porque pela população das árvores a sombra não se distribui por todo o terreno, mas apenas por uma parte (ver figura 19). Se o usuário não especificar a área de interesse, ShadeMotion calculará as porcentagens de sombra e estatísticas descritivas da sombra no

gráfico considerando TODAS as células do terreno, que incluirão muitas células com o número de momentos-sombra igual a zero, o que diminuirá artificialmente médias e outros indicadores estatísticos.

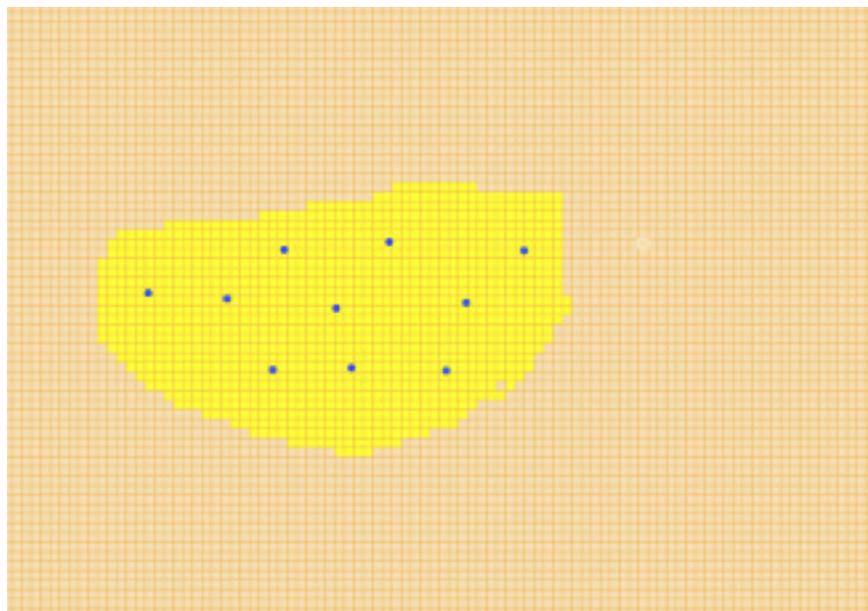


Figura 19. A figura mostra 10 árvores com uma área de mapeamento demarcada.

- Em outros casos, embora as árvores estejam distribuídas de forma homogênea no terreno, as células que ficam próximas às bordas do solo recebem menos sombra do que as células localizadas em direção ao centro do terreno. Novamente, se uma área representativa central não for especificada na qual contabilizar a sombra, o ShadeMotion calculará as porcentagens de sombra e outros resultados estatísticos considerando TODAS as células do terreno e isso afetará a precisão das médias. Nesse caso, o usuário deve executar duas simulações, a primeira para determinar visualmente o padrão de sombra para identificar e pintar a área de amostragem, e a segunda, instruindo o ShadeMotion a contabilizar apenas a sombra nessa área de amostragem.
- Porque se deseja acelerar o tempo que toma executar uma simulação com muitas árvores, em terrenos muito grandes e com longos ciclos de simulação.

ShadeMotion permite ao usuário “pintar” a parte do terreno que interessa à contabilidade da sombra. Nenhuma célula fora da área pintada será avaliada quanto à tonalidade. No entanto, deve-se levar em conta que o programa levará em consideração a sombra projetada dentro da área de amostragem por aquelas árvores que estão fora dessa área. Várias seções do terreno podem ser pintadas e as seções podem ser separadas umas das outras.



Uma área de amostragem é marcada passando o pincel com o mouse sobre o terreno. Se você quiser um pincel mais grosso, selecione outra espessura no campo “Espessura do pincel” na área “Árvores” à esquerda do terreno:

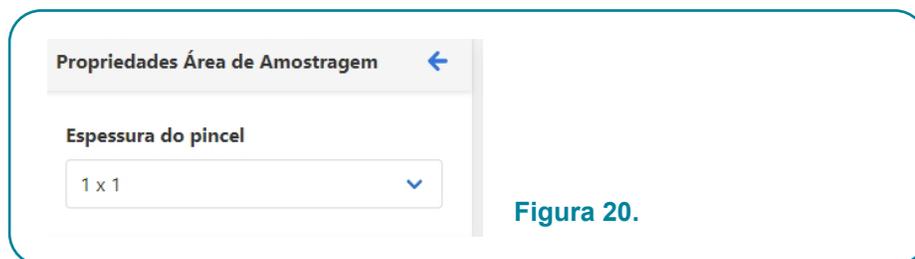


Figura 20.

Uma área de amostragem retangular pode ser pintada com a ferramenta de seleção: uma vez que a área retangular é selecionada no terreno, o botão direito do mouse é pressionado e a opção “pintar área de amostragem” é escolhida. Observe que a janela para escolher a espessura do pincel só aparece quando o ícone da zona de amostra é selecionado. As zonas de amostragem que consistem em várias regiões separadas podem ser pintadas.

A exclusão da área de amostragem

Existem duas maneiras de apagar a área de amostra pintada de amarelo.

- 1) Selecione os ícones “Zona de amostra” e “Apagador”, tanto na barra de ferramentas quanto nos modos:



e passe a borracha com o mouse sobre as partes a serem apagadas. A espessura da borracha pode ser configurada no campo “Espessura do pincel” mencionado acima.

- 2) Com a ferramenta de seleção delimite a zona de amostragem ou parte dela a ser deletada, pressione o botão direito do mouse e escolha a opção “Deletar zona de amostragem”. Com esta opção, não é necessário que o ícone da borracha seja selecionado.

Vistas 2D e 3D do terreno e as árvores

Vista 2D

As árvores plantadas na grade do terreno podem ser vistas das seguintes três maneiras:

- 1) Modo Pontual: Modo pontual: como um ponto preenchido que mostra a posição da árvore no terreno.
- 2) Modo Circunferência: como um ponto rodeado por uma circunferência de diâmetro igual à largura da copa.
- 3) Modo Transecto: como cortes transversais da árvore mostrando o tipo de copa e a altura do tronco, na proporção de suas medidas.

A opção padrão é “Pontual”. Em todos os três casos, as diferentes espécies são pintadas com cores diferentes. A opção de visualização 2D das árvores é selecionada na janela do menu “Configuração” no campo “Copa pintada”.

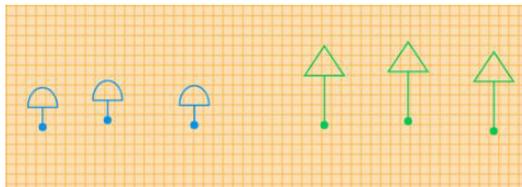


Figura 21. Árvores de duas espécies usando a pintura de copa do tipo “Transecto”.

Vista 3D

É possível ter uma visualização 3D das árvores em campo a qualquer momento durante a preparação, durante e ao final da simulação, clicando na opção “Visualização 3D” da Barra de Menu. Usando os seguintes elementos:

- 1) A roda do mouse
- 2) Arrastando com o mouse
- 3) As setas do teclado

É possível ampliar, reduzir, mover ou girar o terreno para obter diferentes vistas do terreno com as árvores.

Simulações em terrenos inclinados

Ao montar uma simulação em terreno inclinado, é essencial fornecer ao programa dois ângulos que descrevem o grau de inclinação e a posição do lote.

- Ângulo σ de máxima inclinação também chamado ângulo gradiente.
- Ângulo δ que mede o azimute da inclinação (a direção da inclinação máxima “aponta”). Este ângulo é medido do Norte no sentido horário e descendo a encosta. Por exemplo, se o declive descendente estiver “voltado” para o leste, o ângulo δ medirá 90° .

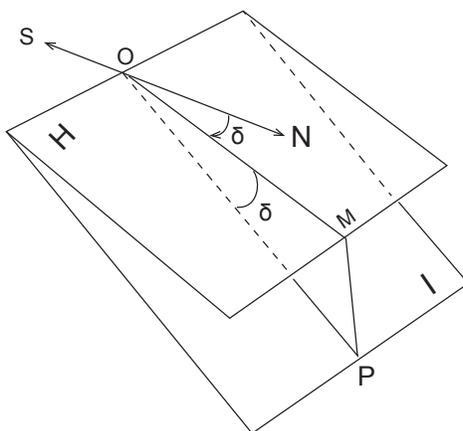


Figura 22. A figura mostra um plano horizontal H e um plano inclinado I com os dois ângulos que determinam a inclinação e a posição do plano inclinado. Estes ângulos são o ângulo do gradiente σ (<MOP) e o ângulo δ (<NOM) de orientação da inclinação. Ambos os ângulos são inseridos na área “Terreno”, à direita da grade do terreno. O valor do ângulo de gradiente σ é inserido na caixa “Ângulo de inclinação” e o ângulo δ na caixa “Direção da inclinação”.

Ângulo de inclinação	Direção da inclinação
<input type="text" value="0"/> °	<input type="text" value="0"/> °

Orientação do eixo Y + em terreno inclinado

Em lotes inclinados não é possível alterar a direção do eixo Y + cuja direção coincide com as linhas de inclinação máxima na direção descendente. Este direção é atribuído automaticamente pelo programa. As seguintes precauções devem ser tomadas:

1. O semieixo positivo Y + deve apontar na direção da inclinação máxima e em sua direção para baixo.
1. A origem das coordenadas deve ser colocada em um ponto no solo de forma que as árvores fiquem localizadas dentro do primeiro quadrante.

Uma vez que o sistema de coordenadas improvisado foi colocado no campo, o ângulo formado pelo semieixo positivo Y + (ou equivalentemente uma linha de declive máximo) com o norte geográfico deve ser medido. O ângulo é medido com um sinal positivo no sentido horário e é inserido na caixa “Direção do declive” na área “Terreno”.

Filtros

Suponha que depois de executar uma simulação, você gostaria de ver o mapa de sombra que corresponde às árvores que estão dentro de uma faixa de altura, ou o mapa que corresponde apenas a algumas espécies da população de árvores ou talvez determinar as zonas do terreno onde a sombra está dentro de um determinado intervalo de horas. Esse é o tipo de resultado que os filtros permitem. Existem três tipos de filtros que podem ser aplicados:

1. Por número de horas de sombra.
2. Por espécie.
3. Pela altura das árvores.

Filtros

Habilitar filtros

Faixa de Sombra Acumulada

0 h ≤ Sombra ≤ 1000000 h

Faixa de altura total (Altura do tronco + Altura da Copa)

0 m ≤ Altura total ≤ 100 m

Espécies

Genérica Laurel Naranja Cacao Poro

Café arabigo cv. caturra Banano Teca

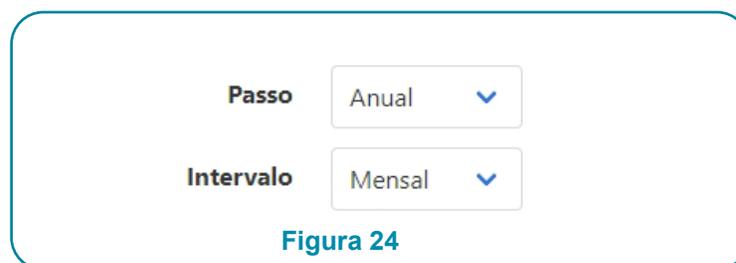
Fechar

Figura 23. Os filtros do tipo 2 e 3 requerem que a simulação seja executada novamente após a aplicação do filtro, não para os filtros do tipo 1.

Passos e intervalos

Uma simulação em ShadeMotion é uma sequência de momentos em que é contabilizado se há ou não sombra (com ou sem sobreposições) em cada célula do terreno ou na área de amostragem marcada pelo usuário. O usuário pode observar a quantidade de horas de sombra acumuladas em dois tipos de intervalos de tempo, um longo (STEP) contendo o outro (INTERVAL) de duração igual ou menor que o passo. Por exemplo, podemos executar uma simulação dinâmica de 30 anos, com resultados de sombra observados em 30 etapas anuais e cada uma das etapas, dividida em intervalos de 12 meses. Estamos interessados em observar as mudanças nos resultados de sombra em intervalos mensais porque o padrão caducifólio das árvores é mensal e porque existem espécies podáveis que mudam as dimensões de sua copa mensalmente devido às podas mensais.

O usuário escolhe entre as opções para definir a duração das etapas e os intervalos no menu “Configuração” nos campos indicados na figura 24:



Os valores a serem escolhidos para a Etapa e Intervalo são: anual, semestral, mensal, semanal e diário.

Duas maneiras de executar uma simulação dinâmica

Nas simulações dinâmicas, os usuários podem optar por interromper a simulação ao final de cada etapa para analisar a sombra e decidir se é conveniente plantar ou remover algumas árvores do solo antes de iniciar a próxima etapa.

Portanto, é possível executar uma simulação dinâmica passo a passo ou em uma única corrida (se não quisermos inspecionar a sombra, plantar ou remover árvores durante todo o ciclo de simulação).

Uma simulação dinâmica pode ser executada de duas formas possíveis:

- 1) Do início ao fim sem interromper a simulação em nenhuma etapa, pressionando o botão “Executar”.
- 2) Para que a simulação pare a cada passo, para o qual deve-se iniciar a simulação com o botão “Avançar. Step” e você deve pressioná-lo cada vez que o programa parar para avançar para a próxima etapa. Se em uma determinada etapa o usuário não quiser mais que o programa pare, para que seja executado até o fim, deve pressionar o ícone à direita de “Avançar próxima etapa”.
- 3)



O menu “Configuração”

Algumas das opções que determinam a configuração inicial de uma simulação se estão no menu “Configuração”, o qual se mostra na figura 25. Várias destas opções foram mencionadas acima e algumas não requerem explicação.

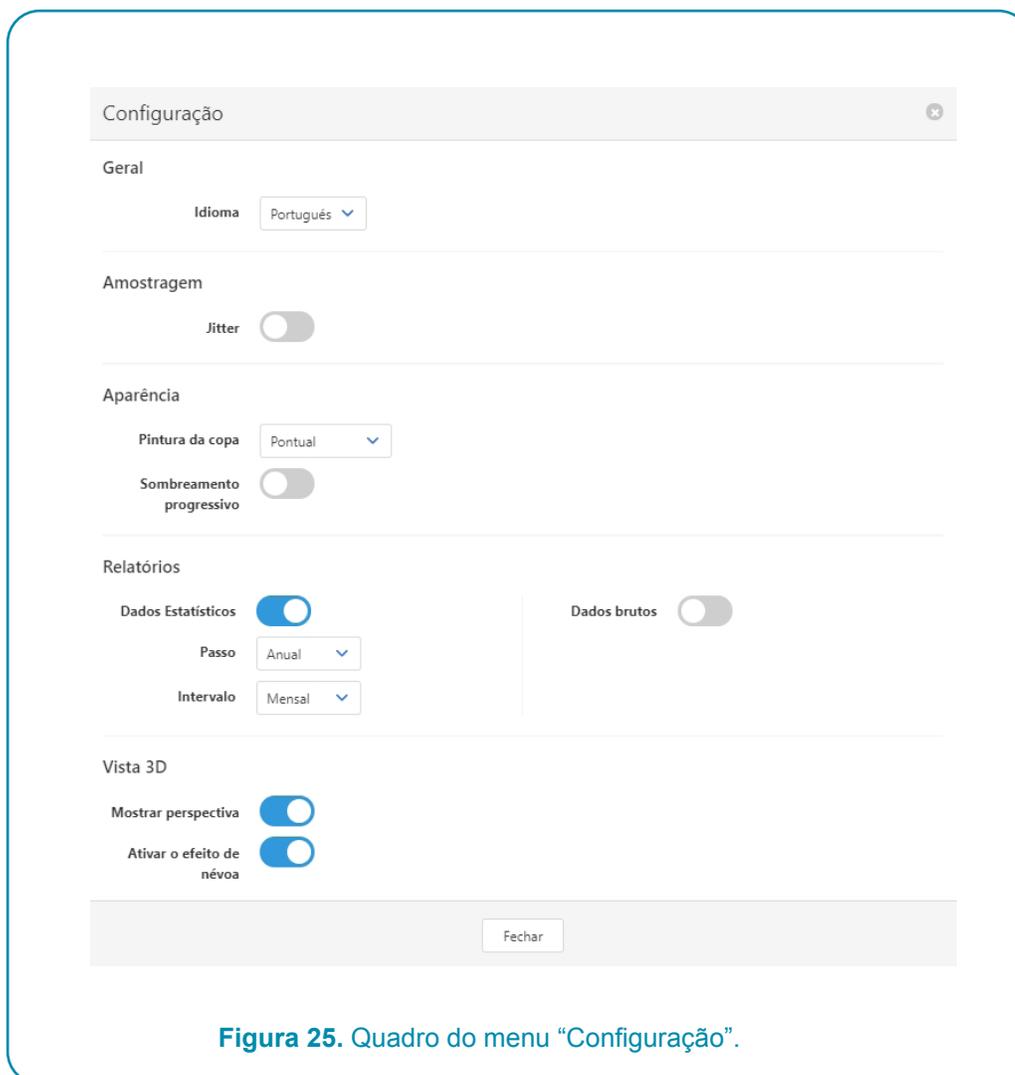


Figura 25. Quadro do menu “Configuração”.

Entre as outras opções que mostram a janela e ainda não foram discutidas estão:

Jitter. Quando esta opção é selecionada, o cálculo das sombras não é realizado em todos os momentos no horário exato, mas em alguns momentos é calculado com o horário um pouco anterior ou posterior. Desta forma, pretende-se evitar a presença de áreas sem sombra produzida pelo salto de posição da sombra entre uma hora e outra, efeito que é mais perceptível em simulações com poucas árvores e por curtos períodos de tempo.

Sombreamento progressivo. Este botão permite ativar o chamado “sombreamento progressivo”, que permite observar como o mapa de sombras muda durante a simulação. Quando o sombreamento progressivo é desativado - o estado padrão - o mapa de sombra final aparece no final da simulação.

A parte central da janela contém os relatórios, cuja discussão detalhada adiamos para o próximo capítulo.

Exemplos de simulações

Depois de ter apresentado os elementos básicos necessários para construir uma simulação, mostraremos alguns exemplos com algumas das situações que podem se apresentar, junto com os pontos que se devem atender para conformar a respectiva simulação.

Exemplo #1: uma simulação instantânea

Objetivo: Avaliar a sombra que projetam 10 árvores de *Citrus sinensis* (laranja) de 5 anos de idade, plantados com o mouse, em um terreno de 1 ha, plano horizontal, em um lugar sobre a terra a 10 graus de latitude norte, às 10h do dia 25 de outubro.

Ações a tomar:

- 1) Selecionar simulação instantânea.
- 2) Escolher a espécie *Citrus sinensis* (laranja) e atribuir-lhe as dimensões correspondentes a uma idade de 5 anos na área de “Árvores” (em simulações instantâneas e estáticas as tabelas de crescimento não são consideradas).
- 3) Selecionar a data e hora do momento da simulação a observar.
- 4) Revisar os valores dos parâmetros nas áreas da interface.
- 5) Caso deseje mudar a orientação do semieixo Y+, isto deve ser feito antes de plantar as árvores.
- 6) Plantar as árvores manualmente.
- 7) Escolher entre as opções com ou sem sobreposições.
- 8) Revisar se todos os valores da área “Terreno” são os corretos.
- 9) Executar a simulação.
- 10) Revisar os resultados

Exemplo #2: uma simulação estática

Objetivo: Avaliar a sombra que projetam 70 árvores de terminalia (*Terminalia ivorensis*) e 140 árvores de “poró” (*Erythrina poeppigiana*) com poda. As árvores estão plantadas em forma sistemática, com um arranjo quadrado de 12 m x 12 m ambas as espécies. Precisamos analisar a sombra à altura das plantas de café, que no ano do estudo têm 2-0 m de altura. A simulação terá a duração de um ano, de 1º de janeiro de 2020 a 31 de dezembro de 2020, com uma amplitude solar diária de 9 momentos de simulação, cada hora entre as 8h e as 16h por dia, no equador terrestre, a zero graus de latitude. O terreno é horizontal.

Ações a tomar:

- 1) Verificar que o tipo de simulação ativa seja simulação estática.
- 2) Na área de árvores, definir a espécie *Terminalia ivorensis* e atribuir *valores para a copa e o tronco, a densidade da copa e preencher a tabela de “Variação da folhagem”*.
- 3) Revisar os valores dos parâmetros na área “Árvore” e na área “Terreno”.
- 4) Caso deseje mudar a orientação do semieixo Y+, isto deve ser feito antes de plantar as árvores.
- 5) Definir a arranjo sistemático que corresponde, introduzir as coordenadas da primeira árvore de *Terminalia* e de “Poró”.
- 6) Os passos e os intervalos são deixados em seus valores padrão: anual e mensal respectivamente.
- 7) Insira a altura da cultura.
- 8) Decidir se a simulação deve ser executada como ou sem sobreposições.
- 9) Executar a simulação.
- 10) Revisar os resultados: 1) inspecionar o mapa do mapa da plantação de árvores, 2) analisar os resultados estatísticos por etapas e intervalos, 3) analisar o desenvolvimento das árvores ao longo das etapas e intervalos, e 4) guardar os arquivos de resultados se quiser.

Exemplo #3: uma simulação dinâmica

Objetivo: Estudar a distribuição espaço-temporal da sombra em uma fazenda de café com sombra de *Cordia alliodora* (laurel) uma espécie de madeira e *Erythrina poeppigiana* (poró) uma espécie que é podada a cada 6 meses, cuja função é fornecer sombra para o café. A simulação será executada por um período de 30 anos, em um terreno de 1 hectare localizada na latitude 10° norte.

Ações a tomar.

- 1) Escolher a opção simulação dinâmica.
- 2) Deixar a opção por padrão “sem sobreposições”.
- 3) Fixar as datas de início e finalização e a amplitude solar diária.
- 4) Não é necessário definir as espécies, pois já foram predefinidas e têm suas respectivas tabelas.
- 5) Selecionar etapas anuais e intervalos mensais.
- 6) Inserir as datas e horas e verificar se os valores na área Árvore e área Terreno são os corretos.
- 7) Caso deseje mudar a orientação do semieixo Y+, isto deve ser feito antes de plantar as árvores.
- 8) Plantar em uma sistemática de árvores de “laurel” com uma separação entre linhas e colunas de 12 metros e um arranjo sistemático de “poró” com uma separação entre linhas de 6 metros (o que requer pensar em como acomodar ambas as espécies para evitar que algumas árvores de “poró” se montem sobre os loureiros, e ainda obter um espaçamento aceitável entre ambas as espécies
- 9) Decidir se deseja executar a simulação passo a passo ou não.
- 10) Decidir se deseja ou não solicitar a geração de algum arquivo bruto.
- 11) Executar a simulação.
- 12) Revisar os resultados: 1) inspecionar o mapa da plantação das árvores, 2) analisar os resultados estatísticos por etapa e intervalos, 3) analisar o desenvolvimento das árvores ao longo das etapas e intervalos, e 4) guardar os arquivos de resultados, se quiser.

Toda simulação gera mapas, resultados estatísticos e dados brutos.

- Existem dois tipos de mapas: 1) mostrando a localização de cada árvore sobre o terreno, e 2) mostrando uma vista 3D das árvores sobre o terreno. No final de uma simulação, é mostrado o mapa à sombra do último momento de simulação, porém nos resultados estatísticos se observam mapas por etapas e intervalos.
- Os resultados estatísticos das quantidades de horas de sombra na totalidade ou parte do terreno, por etapa e intervalo, incluem:
 - Estatísticas descritivas de variável única, mínimo, máximo, médio, moda, mediana, assimetria e curtose
 - Histogramas de frequências, relativa e acumulada das horas de sombra no terreno.
- Existem dois tipos de arquivos: de resultados estatísticos e de dados brutos
 - Os resultados estatísticos são compilados em um arquivo que pode ter formatos html, Excel e Json).
- Se o usuário o solicitar antes de executar a simulação (no menu Relatório) é também possível obter arquivos de texto sem formato, chamados “arquivos brutos”, que contêm o estado da sombra em cada célula para cada momento da simulação.

O arquivo de dados estatísticos contém os seguintes quadros:

1. Tabela “Dados Gerais”.
2. Tabela “Sombras por Passo”.
3. Tabela “Sombreamento por Intervalos”.
4. Tabela “Espécies”.
5. Tabela “Variação de Crescimento mensal”.
6. Tabela “Variação mensal da Folhagem”

Em relação à cultura:

7. Tabela “Crescimento da cultura”.
8. Tabela “Variação mensal de altura da cultura”.

Explicamos o conteúdo de cada tabela.

Tabela “Dados Gerais”

Esta tabela contém informações gerais sobre a configuração da simulação.

Dados Gerais			
Resumo		Propriedades Globais	
Data de início:	2020-01-01	Versão:	5.1.41
Data Final:	2024-12-31	Latitude:	10
Hora Início:	08:00	Inclinação do Terreno:	0°
Hora Final:	16:00	Orientação da inclinação:	0°
Alcance solar diário:	Cada hora	Dimensões do terreno:	100 m x 100 m
Passo:	Anual	Área de Amostragem:	10000 m²
Intervalo:	Mensal		

Figura 26. Tabela de Dados Gerais

Tabela “Sombreamento por Passos”.

Esta tabela mostra as principais informações estatísticas associadas às horas de sombra acumuladas em cada passo: médio, desvio padrão, mínimo, máximo, média, assimetria e curtose. Na extrema direita da linha de cada etapa, há duas palavras em azul-púrpura. (explicação abaixo).

A Figura 27 mostra as 5 etapas que compõem a simulação.

Sombreamento por Passos									
Passo	Média	DE	Min	Max	Mediana	Moda	Assimetria	Curtose	Frequências Acumuladas
1	8.60	47.82	0	929	0	0	10.00	131.69	Gráfico SVG
2	28.54	130.16	0	1464	0	0	6.68	52.79	Gráfico SVG
3	45.98	157.98	0	1113	0	0	3.97	15.72	Gráfico SVG
4	67.16	199.37	0	1146	0	0	3.38	10.83	Gráfico SVG
5	71.20	184.45	0	1136	0	0	3.11	9.52	Gráfico SVG

Figura 27. Tabela de Passos

Ao clicar sobre a palavra “Gráfico” aparece um quadro com dois gráficos: um histograma de frequências relacionado com as horas de sombra versus o número de células, e um gráfico de distribuição de frequência acumulada com essas duas variáveis para cada passo, como mostra a figura 28.

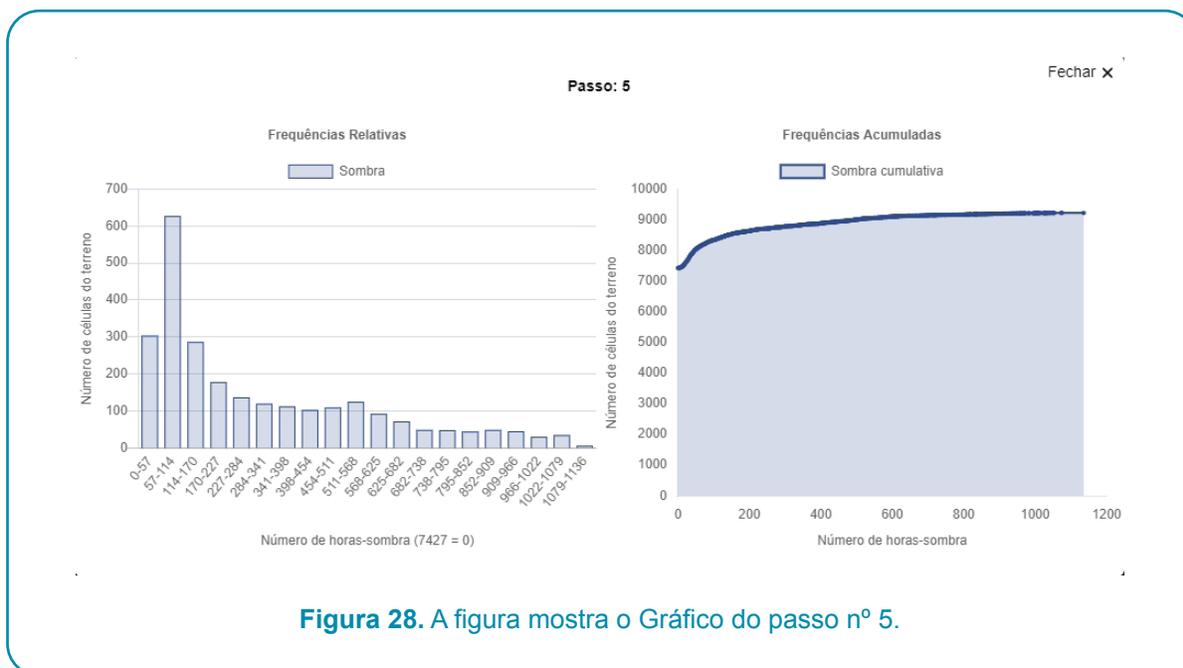


Figura 28. A figura mostra o Gráfico do passo nº 5.

A palavra “SVG” abre um mapa da sombra em três camadas, mostrando: a sombra sem as árvores, as árvores sem a sombra e as árvores com sombra, tal como mostra a figura 29:

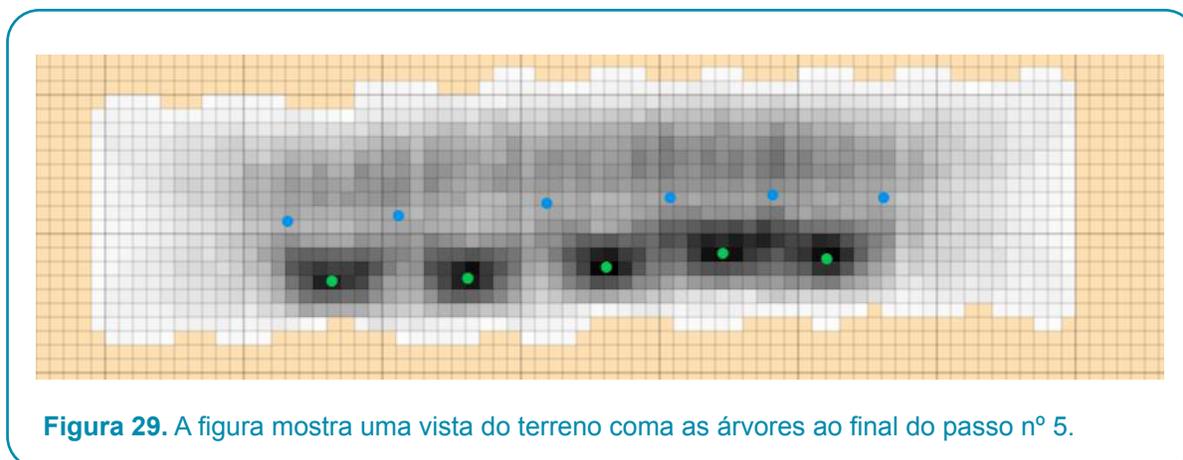


Figura 29. A figura mostra uma vista do terreno coma as árvores ao final do passo nº 5.

Os mapas do terreno com sombra e árvores para cada passo, embora não mostrem o valor da sombra em cada célula, constituem um guia visual para decidir quando eliminar ou plantar árvores em algumas áreas do terreno.

Tabela “Sombreamento por Intervalos”

Esta tabela contém as mesmas descrições estatísticas vistas na tabela anterior, mas para cada intervalo. Uma vez que cada passo pode ter vários intervalos, o tamanho desta tabela pode ser consideravelmente maior que o dos passos. No exemplo, temos $5 \times 12 = 60$ intervalos. A figura 30 mostra os 12 intervalos (mensais) do primeiro passo e os três primeiros intervalos do segundo passo.

Sombreamento por Intervalos										
Passo	Intervalo	Média	DE	Min	Max	Mediana	Moda	Assimetria	Curtose	Frequências Acumuladas
1	1	0.61	5.43	0	104	0	0	10.78	131.49	Gráfico SVG
1	2	0.56	4.46	0	82	0	0	10.93	138.16	Gráfico SVG
1	3	0.61	3.86	0	54	0	0	7.88	68.83	Gráfico SVG
1	4	0.44	3.11	0	53	0	0	9.13	94.13	Gráfico SVG
1	5	0.57	3.80	0	52	0	0	8.03	71.25	Gráfico SVG
1	6	0.83	6.03	0	107	0	0	9.68	112.00	Gráfico SVG
1	7	0.48	5.15	0	115	0	0	13.62	211.12	Gráfico SVG
1	8	0.58	5.32	0	111	0	0	12.85	191.38	Gráfico SVG
1	9	0.87	5.98	0	105	0	0	9.55	110.36	Gráfico SVG
1	10	0.96	6.12	0	107	0	0	8.72	92.84	Gráfico SVG
1	11	1.01	6.34	0	106	0	0	8.32	83.37	Gráfico SVG
1	12	1.09	6.84	0	112	0	0	8.03	76.38	Gráfico SVG
2	1	1.73	11.77	0	143	0	0	8.15	71.75	Gráfico SVG
2	2	1.70	10.13	0	128	0	0	7.68	65.51	Gráfico SVG
2	3	2.21	10.80	0	119	0	0	5.71	34.47	Gráfico SVG

Figura 30. Parte da tabela por intervalos: cada intervalo contém um gráfico e uma figura SVG do terreno com as árvores.

O bloco mostrado na figura 32 move-se para a direita e para baixo, até completar -fora da primeira fila mencionada- um total de 100 filas e 100 colunas.

Existe um bloco para cada momento da simulação. Os blocos são separados por uma linha em branco e começam com a data e hora do momento. Se o usuário tiver pintado uma área de amostragem, o primeiro bloco terá 1's nas posições que correspondem a tal área. Se nenhuma área de amostragem tiver sido marcada, o programa assume que a área de amostragem é igual à totalidade do terreno (as 10000 células se o terreno é de 100 x 100) e, neste caso todos os primeiros blocos terão apenas zeros.

Os seguintes blocos, os blocos de sombra, contêm os momentos da simulação: um bloco para cada momento. Usando como exemplo o caso do arquivo “cumulativo sem sobreposições”, no bloco que corresponde a um determinado momento, só veríamos números diferentes a zero nas posições das células receberam sombra. a. O número que ocupa essa posição deve ser igual à quantidade de sombra sem sobreposições que a célula recebeu, incluindo esse momento (se está no caso “cumulativo”). Este formato permite reduzir a quantidade de memória requerida para armazenar estes grandes arquivos. O seguinte exemplo em miniatura terminará de clarificar a estrutura dos arquivos brutos.

Exemplo em miniatura de um arquivo bruto.

Suponhamos que fazemos uma simulação muito pequena, em um terreno de 10x10 (com 100 células) e que pintamos uma área de amostra de 3 células. Estas serão as únicas células onde o programa examinará se existe ou não sombra. Fizemos uma simulação estática muito curta: de 01 de janeiro de 2020 de 10h00 a 12h00 (isto equivale a 3 momentos de 1 hora cada). Os momentos estão dados pelas horas 10, 11 y 12. No terreno somente foram plantadas duas árvores muito próximas uma da outra, a fim de produzir sobreposição das sombras em alguns dos momentos. Nestas condições do arquivo bruto, que é do tipo “sobreposições não cumulativas” o formato será o seguinte, onde foram destacamos as células da área de amostragem em negrito.

10,10	2020-01-01T10:00:00	2020-01-01T11:00:00	2020-01-01T12:00:00
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
0,0,0, 1,1,1 ,0,0,0,0	0,0,0, 1,2 ,0,0,0,0	0,0,0, 0,1 ,0,0,0,0	0,0,0, 0,0,0 ,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0

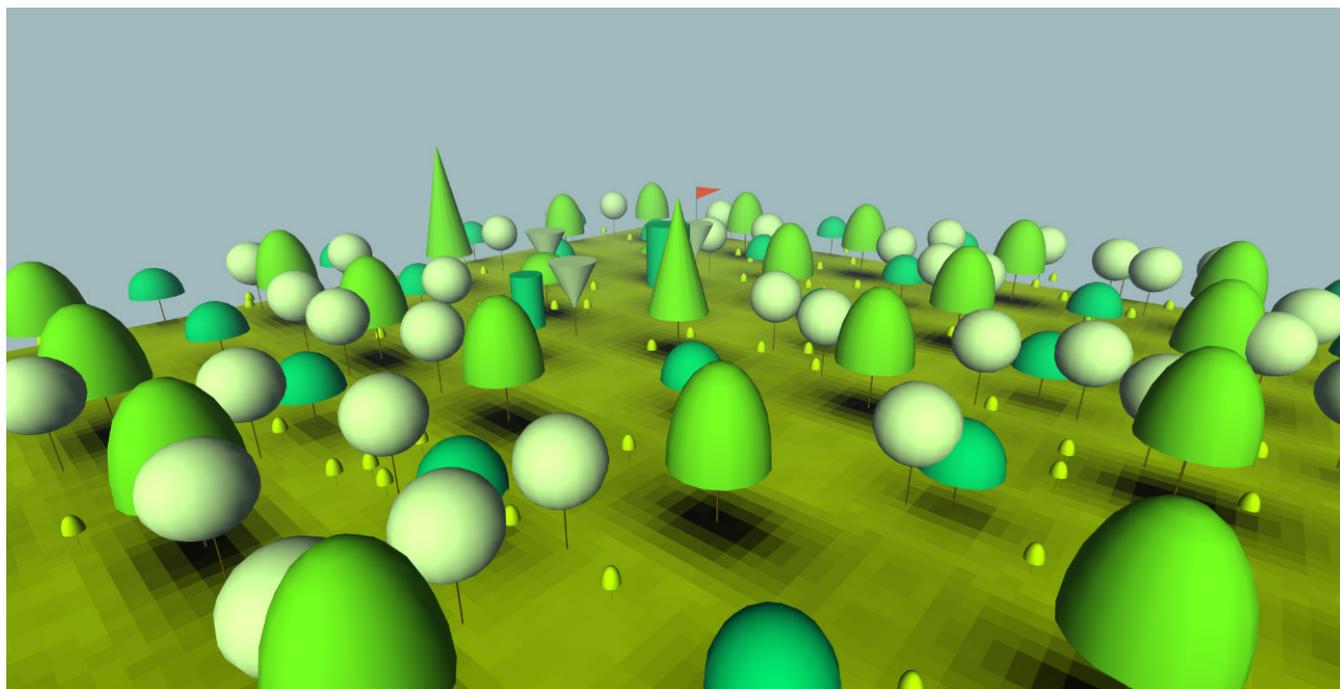
Figura 33. Blocos do arquivo bruto “Sobreposições não cumulativas”.

Podemos observar que o arquivo consta de 4 blocos: o primeiro bloco descreve a forma do terreno e a localização da área de amostragem e os restantes blocos descrevem a sombra nos três momentos que durou a simulação. No primeiro bloco, a primeira linha indica as dimensões do terreno, os restantes blocos da primeira linha indica a data e hora do momento que corresponde ao bloco. A área de amostragem é marcada no primeiro bloco e é composta pelas posições marcadas com 1's. Se o usuário não marcar uma área de amostragem, então o primeiro bloco terá apenas 0's, mas a área de amostragem será considerada como a totalidade do terreno. Neste exemplo, podemos ver que a área de amostragem tem apenas de 3 células. A partir do segundo bloco em diante, temos os "blocos de sombra". Haverá um bloco de sombra para cada momento da simulação, que, neste exemplo em miniatura consta de 3 momentos. A primeira fila de cada bloco de sombra indica a data e hora do momento. O primeiro bloco de sombra (segundo bloco do arquivo), que corresponde à hora 10, mostra que houve sombra em duas das três células da área de amostragem. A presença de um 2 em uma das células mostra que houve sobreposição da sombra projetada por duas árvores. O seguinte bloco, que correspondente às 11h), mostra uma redução da sombra com relação à hora anterior.

Nota sobre o aspecto dos arquivos brutos. Os arquivos brutos são arquivos de texto sem formato e, dependendo do processador de texto utilizado para os abrir e da configuração do processador (ou do sistema), algumas vezes não são mostrados em bloco, mas como uma longa fila. Isto pode ser corrigido alterando o processador. Os processadores de texto destinados à programação, como Parênteses, normalmente mostram o arquivo em formato de blocos e até adicionam uma coluna à esquerda de cada bloco para numerar as filas. Tal coluna pode ser utilizada como referência para os programadores e não é considerada como parte do arquivo.

Agradecimentos

O desenvolvimento do software Shademotion tem sido um projeto de longo prazo que só foi possível graças ao apoio constante do CATIE e de vários doadores e projetos. De particular relevância para o desenvolvimento de Shademotion foi a transição de simulações estáticas na versão 3 para as simulações dinâmicas em Shademotion 4.0, com o patrocínio do Consórcio de investigação em Florestas, Trees and Agroforestry (FTA) do CGIAR e o projeto EC-LEDS (Enhancing Capacity for Low Emissions Development Strategies) de USDA. O progresso para a versão 5 trouxe consigo uma mudança fundamental na linguagem e no código de programação que permitiu uma redução drástica na duração das simulações e, portanto, a possibilidade de usar o software em oficinas participativas com produtores. Shademotion 5.1.41 foi possível graças ao apoio do projeto Chocolate4All de Heifer/CATIE e do Consórcio de Investigação em Florestas, Trees and Agroforestry (FTA) do CGIAR.



CATIE (Centro Agronômico Tropical de Pesquisa e Ensino) é um centro regional dedicado à pesquisa e ensino de pós-graduação em agricultura, gestão, conservação e uso sustentável de recursos naturais. Seus membros são Belize, Bolívia, Colômbia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, República Dominicana, Venezuela e o Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA)



Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

Sede, CATIE
Cartago, Turrialba, 30501
Costa Rica
Tel. + (506) 2558-2000

ISBN: 978-9977-57-722-7

