GUIA COMPLETO DO *INVENTÁRIO* FLORESTAL.

Mata Nativa

COORDENAÇÃO
Fernanda Franciele de Carvalho

REDAÇÃO
Fernanda Franciele de Carvalho
Marlon Washington da Silva

DESIGN
Willer Jhonas Cardoso Vieira

GUIA COMPLETO DO *INVENTÁRIO* FLORESTAL.

Atribuição: Você deve atribuir o trabalho da forma especificada pelo autor.
Uso não-comercial: Você não pode utilizar esta obra para fins comerciais.
Não a obras derivadas: Você não pode alterar, transformar ou criar outra obra com base nesta.

Mata Nativa

SOBRE OS AUTORES

Fernanda Franciele de Carvalho

Engenheira Florestal formada pela Universidade Federal de Viçosa. Continuou seus estudos na Technische Universität München, Alemanha, onde cursou disciplinas do Mestrado em Manejo de Recursos Sustentáveis com ênfase em Silvicultura e Manejo da Vida Selvagem. Dedicou grande parte da graduação a projetos de Educação Ambiental e pesquisas relacionadas a Celulose e Papel. Foi estagiária do Meio Ambiente Florestal da Fibria Celulose S/A trabalhando principalmente com Restauração Florestal e Formação Ambiental. Trabalhou com consultoria na Florestal jr, atuando principalmente em projetos de Inventário Florestal, Averbação de Reserva Legal e Mapeamento de Áreas. Atualmente trabalha como consultora do Software Mata Nativa na Cientec.

Marlon Washington da Silva

Biólogo, especialista em Consultoria e Licenciamento Ambiental (MBA). Atuou como analista ambiental na Superintendência Regional de Regularização Ambiental Central (Supram CM). Atualmente, atua como consultor ambiental em diversas áreas do licenciamento, como elaboração de EIA, RIMA, RCA, PCA, PRAD, PRTF, inventários florestais e caracterização de vegetação, coordenador de equipes multidisciplinares, acompanhamento do cumprimento de condicionantes ambientais, gestão de processos de licenciamento, implantação de sistemas de gestão, educador ambiental e realização de cursos, treinamentos e palestras.

SOBRE O GUIA

No último ano, produzimos vários conteúdos relacionados ao inventário florestal, com os mais diversos temas e vertentes do assunto. Como a maioria desses conteúdos foram publicados separadamente em forma de artigos, resolvemos montar o guia, unindo todos os assuntos mais relevantes sobre inventário florestal publicados no blog Mata Nativa.

Este guia passa por todas as etapas do inventário, desde o planejamento, até o processamento dos dados.

Sabemos que a obtenção dos cálculos é uma tarefa bastante dispenciosa e, por isso, ao longo deste trabalho, você receberá várias dicas valiosas para facilitar o seu trabalho.

Boa leitura!

Fernanda Franciele de Carvalho
Engenheira Florestal

Mata Nativa

INDICE

01 Inventário Florestal

02 Como elaborar a proposta e o contrato de inventário florestal

03 Planejamento e Mapeamento de Inventários Florestais

04 A importância do SIG para o inventário florestal

05 Delineamento de amostragem

06 Como definir parcelas para o inventário florestal

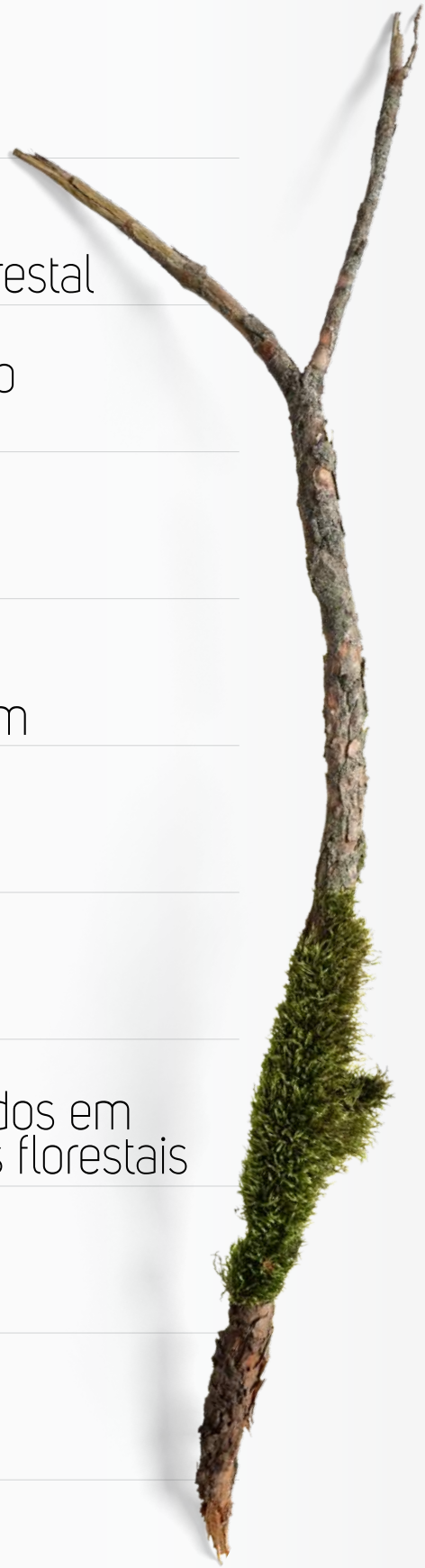
07 Estratificação de áreas

08 Os instrumentos mais utilizados em medições e coletas de dados florestais

09 Volumetria e o ajuste de equações volumétricas

10 Estimativa de altura e ajuste da equação hipsométrica

11 Processamento do inventário florestal



01 INVENTÁRIO FLORESTAL

- FERNANDA FRANCIELE DE CARVALHO

O Inventário Florestal é o procedimento para obter informações sobre as características quantitativas e qualitativas da floresta e de muitas outras características das áreas sobre as quais a floresta está desenvolvendo. Cada inventário é único e, o tipo de inventário a ser utilizado, vai depender de diversos fatores. De acordo com Soares et al. (2011) um inventário florestal completo pode fornecer diversas informações entre elas:

- Estimativa de área;
- Descrição da topografia;
- Mapeamento da propriedade;
- Descrição de acessos;
- Facilidade de transporte da madeira;
- Estimativa da quantidade e qualidade de diferentes recursos florestais;
- Estimativa de crescimento (se o inventário for realizado mais de uma vez).

A variação entre os tipos de inventário está relacionada principalmente ao trabalho de campo, mas também existirão mudanças em relação aos cálculos, que devem ser observadas com muito rigor. É certo que pode ser muito dispendioso a manutenção de planilhas com todos esses cálculos, mas atualmente já existe um software capaz de auxiliar em todos eles, o Mata Nativa.

O Mata Nativa é o software que realiza todos cálculos de inventário florestal e análise fitossociológica, com aplicação efetiva em todos os biomas brasileiros. O software permite, dentre muitas análises, realizar diagnósticos qualitativos e quantitativos de formações vegetacionais, análises fitossociológicas completas, elaborar inventários e planos de manejo, monitorar a floresta através de inventários contínuos acompanhando o crescimento e desenvolvimento das espécies e analisando as características de valoração e exploração florestal. Com o Mata Nativa é possível trabalhar com diferentes tipos de inventário.

TIPOS DE INVENTÁRIO FLORESTAL

Amostragem Casual Simples

Este processo leva em consideração que a área amostrada é homogênea no que diz respeito à variável a ser amostrada, considerando também que todas as unidades amostrais da população tem igual chance de participar da amostra.

A amostragem causal simples é o método básico de seleção probabilística em que, na seleção de uma amostra composta de n unidades de amostra, todas as possíveis combinações das n unidades teriam iguais oportunidades de serem selecionadas. Os métodos de amostragem são modificações desse e são elaboradas com a finalidade de se conseguir maiores precisões e, ou, economia. Em qualquer estágio da amostragem, a seleção de uma determinada unidade deve ser livre de escolha deliberada e inteiramente independente da seleção de todas as outras unidades. Numa amostragem causal simples, a população florestal é considerada como única e inteiramente composta pela N unidades de amostra espaciais de áreas fixas, que a cobrem. Quando se usam pontos de amostragem, o tamanho N pode ser considerado infinito. Nesse caso, uma amostra com n unidades é casualmente escolhida com igual probabilidade de seleção.

Amostragem Casual Estratificada

Este processo é utilizado quando é necessário dividir uma população heterogênea em estratos, de tal modo que os valores da variável de interesse variem pouco de uma amostra para outra, possibilitando obter uma estimativa precisa da média de um estrato qualquer, por meio de uma pequena amostra desse estrato.

A subdivisão da floresta em estratos é baseada em alguns critérios, como: características topográficas, tipos florestais, espécies ou clones, espaçamento, volume, altura, idade, classe de sítio etc. Sempre que possível, a estratificação deverá ser baseada na mesma característica que será estimada pelo procedimento de amostragem, ou seja, para estimar o volume, é desejável estratificar a floresta por classes de volume. Entretanto, esta estratificação nem sempre é possível, em função da falta de informações sobre o povoamento. Desta forma, é recomendado que a estratificação seja feita com base em variáveis que influenciam no volume dos povoamentos, como espécies ou clones, idade, espaçamento, regime de manejo e classe de sítio.

Amostragem sistemática

Na amostragem sistemática, seleciona-se as unidades amostrais através de um esquema preestabelecido de sistematização, visando cobrir a população em toda a sua extensão, obtendo-se um modelo uniforme.

Podemos assim dizer, que os métodos de seleção sistemática das unidades de amostra não se baseiam na teoria de amostragem probabilística pois ela seleciona somente uma unidade de amostra ao acaso. Dessa forma, a variância da amostra e a da média não podem ser calculadas por meio dos estimadores usuais. Além disso, quando se elege uma amostra sistematicamente, todas as outras unidades de amostra que não a integram, têm probabilidade igual a zero de serem escolhidas, enquanto as que a integram, possuem probabilidade 1 de seleção, melhor dizendo, muitas unidades de amostra acabam sendo

rejeitadas, contrapondo o princípio básico de seleção.

Censo ou inventário 100%

No censo florestal todas as árvores são amostradas. É utilizado para obter informações qualitativas e quantitativas sobre os recursos florestais e sobre áreas onde existe potencial florestal.

O censo é adotado em áreas pequenas, ou em áreas onde há a necessidade de se conhecer cada indivíduo arbóreo, ou seja, é o inventário florestal a 100%. Dessa forma os dados levantados são mais fiéis. Com o censo florístico pode-se levantar, inclusive, vários aspectos particulares de cada árvore.

Amostragem em multiestágios

Na amostragem multiestágio, a população é dividida em unidades primárias de amostragem. Cada uma dessas é constituída de unidades de amostra menores, chamadas unidades secundárias. Estas unidades secundárias podem ainda ser formadas de unidades terciárias, e assim por diante. Cada estágio da amostragem considera um tipo de unidade (primária, secundária, terciária, etc.).

Para se ter uma amostragem multiestágio, selecionam-se, aleatoriamente, as unidades primárias de amostras. Em seguida, também de forma aleatória, selecionam-se unidades secundárias, localizadas dentro das unidades primárias. Depois, em cada unidade secundária selecionada, procede-se à seleção aleatória de uma subamostra de unidades terciárias, continuando o procedimento até o estágio ou etapa desejada.

Amostragem em conglomerados

A amostragem em conglomerados é uma variação da amostragem em dois estágios, onde o segundo estágio é sistematicamente organizado dentro do primeiro estágio de amostragem.

Ela surgiu do conhecimento de que unidades aleatórias distribuídas em uma população poderiam ser aglutinadas em um cacho ou um grupo, visando reduzir custos no trabalho de campo, principalmente quando a população é de difícil acesso e viajar para chegar ao ponto amostral exige expressivo tempo em relação àquele que se gasta para as medições ou levantamento dos dados amostrais.

Esse processo de amostragem, usa um grupo de pequenas unidades (subunidades), no lugar de unidades de amostras individuais, o que proporciona uma melhor percepção da variabilidade da variável de interesse, isso porque o conglomerado é formado por um determinado número de subunidades que explicam a variabilidade dentro do conglomerado.

Monitoramento ou inventário florestal contínuo

O inventário florestal contínuo ou monitoramento, tem por objetivo verificar as mudanças que ocorrem em uma determinada população florestal, em um determinado espaço de tempo. São medições repetidas periodicamente, com uma estrutura de amostragem mais duradoura e que possibilita a remedição dos indivíduos ao longo do tempo através de unidades amostrais (parcelas) permanentes.

Para realização do monitoramento serão necessárias a alocação e medição de parcelas permanentes de inventário florestal contínuo, realizados em duas ocasiões distintas, de forma a possibilitar a quantificação das mudanças na arquitetura, na estrutura e composição florística, bem como avaliar o crescimento e evolução da floresta. Essa avaliação pode ser realizada tanto em processos de recuperação de área degradadas quanto em florestas adultas, desde que se realize medições em ocasiões sucessivas e periódicas.

A questão essencial de um inventário florestal feito em ocasiões sucessivas é saber se o emprego exclusivo de unidades de amostra permanentes é a melhor alternativa em detrimento do uso de unidades de amostra temporárias e independentes, quando se considera o custo total do projeto.

Método do Ponto-quadrante

O Método do Ponto-quadrante, ou simplesmente Quadrantes, é um método que dispensa a instalação de parcelas, oferecendo maior rapidez em sua execução. Este método se baseia no fato de que o número de árvores por unidade de área pode ser calculado a partir da distância média entre árvores.

O método baseia-se no estabelecimento de pontos em uma comunidade florestal, que serão o centro de um plano cartesiano que definirá quatro quadrantes.

Como o número de árvores amostradas em cada ponto é limitado, é necessário assumir uma distribuição espacial completamente aleatória, para se ter uma estimativa mais precisa da densidade.

Em cada ponto de amostragem estabelece-se uma cruz formada por duas linhas perpendiculares com direção convencionada, delimitando 4 quadrantes. Em cada quadrante mede-se a distância do ponto até o centro do tronco da árvore mais próxima e registra-se a espécie de cada indivíduo. Assim, a determinação de densidade é uma questão de saber a área média ocupada por um indivíduo.

02 COMO ELABORAR A PROPOSTA E O CONTRATO DE INVENTÁRIO FLORESTAL

- FERNANDA FRANCIELE DE CARVALHO

Quando falamos de inventário florestal, pelo menos duas pessoas estão envolvidas: o cliente e o executor. O cliente necessita de um trabalho de inventário florestal para atender determinado propósito e o executor se predispõe a realizar o trabalho técnico sabendo que o cliente possui uma demanda. Mas para que o executor possa formalizar seu trabalho, considerando os aspectos técnicos e comerciais, é preciso apresentar uma proposta ao cliente.

A determinação dos custos dos inventários florestais é um fator de real importância, pois eles podem regular, na maioria das vezes, todo o desenvolvimento do trabalho. Para se controlar os custos de um projeto de inventário, o ideal para determinar o custo por atividade ou grupos de atividades, relacionando-o com a mão-de-obra, material, equipamento e outros.

O orçamento é a chave do sucesso para que o inventário seja realizado de maneira eficiente e com viabilidade econômica. Assim, é fundamental que ele seja elaborado de forma cuidadosa, cobrindo todos os itens previstos e ainda dando uma margem eventos não previstos. Ele deve prever folgas financeiras que possam cobrir fatalidades, evitando que o risco implique em prejuízo financeiro.

A proposta de inventário florestal, como em outras áreas, pode ser muito simples ou mais complexa, dependendo do cliente e das exigências formais, como a licitação, uma carta convite, pregão eletrônico ou outra modalidade de contratação que requer avaliações mais detalhadas e completas.

Geralmente empresas ou instituições públicas ou corporações privadas de grande porte requerem a submissão de propostas mais formais, contendo uma descrição bem detalhada de todos os procedimentos técnicos a serem executados, a constituição da equipe, um orçamento bem esmiuçado e elementos que façam com que o seu orçamento seja melhor que o da concorrência.

Porém, nem sempre a proposta e o preço são o fator decisivo. Quando entregamos um projeto bem feito e o cliente fica satisfeito, as chances de ser contratado novamente aumentam e os laços feitos anteriormente servirão para tornar o processo mais simples. Por isso, a fidelização de clientes é fundamental para qualquer empresa que deseja se tornar referência e continuar por muito tempo no mercado.

Outro ponto importante é que se saiba exatamente o que o solicitante necessita. Algumas vezes, a proposta não é bem sucedida devido à falta de clareza em relação às necessidades gerais e específicas do cliente. Por isso, antes de tudo, é preciso que haja a interação entre as partes, mesmo que seja por meio de conversa informal, para esclarecer as dúvidas e para que s duas partes cheguem a um concenso para a aceitação da proposta formal. Nesse contexto, é importante avaliar além do objetivo geral do inventário, as informações que o cliente possa necessitar e desejar incluir no trabalho.

O que também não pode ser desprezado, é a qualidade e a forma da proposta, pois isso pode ser julgado como padrão dos seus serviços. Propostas com defeitos passam uma imagem negativa e a preocupação com a escrita, clareza e padronização são pontos que precisam ter importância. Lembre-se, a proposta é o seu cartão de visitas.

Contrato de inventário florestal

Depois que a proposta foi aceita, o contrato de execução do serviço deverá ser providenciado. Ele deve ser feito em qualquer que seja o inventário, pois ele assegura os direitos e deveres das duas partes e em qualquer desacordo que venha a ocorrer, ele servirá de base para resolver a situação.

O contrato deve conter informações de que o contratado é qualificado profissionalmente para realizar o trabalho. Como eu disse anteriormente, nem sempre o menor preço é a melhor opção.

Cada contrato é único, por isso, mesmo que você tenha um modelo de contrato, as cláusulas deste devem ser adequadas à situação acordada durante a proposta. Dessa forma, é interessante que durante a negociação também sejam acordadas as obrigações e punições por descumprimento do trato.

Essas punições são necessárias, mas diferente do que pode parecer, elas não podem existir para apenas uma das partes. O contratante deve executar o projeto de acordo com a proposta, mas contratado deve respeitar os prazos solicitados, bem como realizar o pagamento. Desta forma, seja bem claro na redação do contrato e tenha cláusulas para as duas partes.

Alguns ítens são básicos em um contrato:

- Descrição das partes envolvidas no contrato;
- Objetivo do inventário;
- Informações que resultarão do inventário, descrevendo quais serão os produtos gerados ao final do serviço;
- Metodologia descrevendo a metodologia de amostragem, medição precisão e cálculos;
- Inspeção e aprovação do inventário, incluindo o pagamento.
- Todos os prazos relacionados ao serviço.

03 PLANEJAMENTO E MAPEAMENTO DE INVENTÁRIOS FLORESTAIS

- MARLON WASHINGTON DA SILVA

O inventário florestal é uma atividade imprescindível para a exploração dos recursos que a floresta dispõe, no sentido de que, é ele quem determina o potencial que uma determinada floresta possui.

Além do contexto exploratório, o inventário florestal possui ainda um caráter de proteção das florestas, pois, através dele, é possível se conhecer as áreas florestais, suas características e, a biodiversidade vegetal e, partir desses dados, definir locais prioritários para conservação e preservação.

O inventario florestal é dividido em várias etapas, como por exemplo, definição de objetivos, mapeamento, levantamento de campo, processos de amostragem, elaboração de relatórios, etc. Dentre essas etapas, o mapeamento é a mais importante, pois pode ser considerado um alicerce para todo o trabalho. É através do mapeamento que se define as estratégias para a realização do inventário florestal.

O mapeamento pode ser citado como uma das principais etapas do inventário, pois, em dias atuais, onde há crescente exploração e monitoramento dos recursos madeireiros da floresta, têm aumentado a demanda por mapeamentos da cobertura vegetal, em escalas regionais ou até mesmo globais.

Para uso em inventários florestais, podemos citar como as principais técnicas de mapeamento de área, a aerofotogrametria, ortofoto e sensoriamento remoto via satélite, importantes ferramentas que revelam as principais características da área a ser estudada através de imagens.

Com os grandes avanços tecnológicos da última década, o planejamento dos trabalhos de campo e o mapeamento das áreas de estudo tem sido cada vez mais dinâmico, facilitado e menos oneroso.

A utilização de softwares como ArcGIS, QGis, Google Earth e até mesmo plataformas disponibilizadas por órgãos ambientais como o IEF e a CETESB, muitas vezes gratuitos, facilitam a obtenção e a manipulação de imagens e informações, de maneira a se obter um mapeamento preciso da área de estudo, contendo as informações mais relevantes para o levantamento desejado.

O simples fato de se possuir informações quanto ao adensamento florestal, tipologia da vegetação, relevo e altura da vegetação, facilita o planejamento de trabalhos de campo, cálculo da quantidade de dias gastos com o esforço amostral, tamanho da equipe de campo e até mesmo o tipo de equipamento a ser levado para as campanhas.

Em casos onde a área a ser amostrada possui uma grande extensão territorial, como por exemplo, em inventários florestais regionais ou no inventário florestal nacional, ou mesmo em locais onde o adensamento florestal é tão intenso ou o relevo possui declividade que não proporciona o caminhamento, há a possibilidade de aplicação de técnicas como agrupamento de parcelas e subamostragens. No entanto, para decidir se há a necessidade de aplicação de tais técnicas, é imprescindível que a área seja mapeada.

Exemplificando de maneira prática, suponhamos que uma determinada equipe especializada em elaboração de inventários florestais, receba uma solicitação de orçamento para levantamento de uma área que chamaremos de "x".

No entanto, não há a possibilidade de acesso à área antes da elaboração da proposta, sendo assim, como elaborar um orçamento, definindo equipe e equipamento de campo sem se conhecer a área de estudo?

Nesse ponto do texto, é importante ressaltar que, sempre que possível, é aconselhável se visitar a área de estudo antes de se planejar o trabalho de campo, a fim de se obter a maior quantidade de informações possível sobre a área, mas quando a visita não é possível, utilizamos ferramentas de mapeamento para auxiliar no reconhecimento da área.

Uma simples imagem de satélite, disponibilizada gratuitamente por diversas plataformas e softwares do mercado, pode nos dar importantes informações sobre a declividade, o tipo de vegetação o adensamento florestal e até mesmo a fitofisionomia do fragmento a ser inventariado.

Em poder de tais informações, podemos então quantificar o esforço amostral, necessidade de profissionais na equipe, material de campo e até mesmo a viabilidade na realização do trabalho.

Além das vantagens do mapeamento no que se diz respeito ao planejamento, este pode também ser usado como uma importante ferramenta na execução do trabalho de campo, pois permite traçar rotas inteligentes para caminhamentos, definir ou realocar os melhores pontos de amostragem ou lançamento de parcelas.

Área a ser inventariada vista por imagem de satélite
Fonte: Adaptado de SCOLFORO, et al (2006)

No exemplo ao lado, retirado do Mapeamento e Inventário da Flora e dos Reflorestamentos de Minas Gerais de 2006, podemos ver como o mapeamento tem o poder de facilitar o planejamento dos trabalhos de campo através do uso de uma imagem georreferenciada e trabalhada com utilização de um software específico.

Na imagem, podemos perceber não somente que uma imagem de satélite nos fornece importantes parâmetros quanto às características da vegetação, relevo e adensamento vegetal, como também proporciona o planejamento quanto posicionamento estratégico das parcelas.

Trabalhando a imagem em um software de geoprocessamento, é possível definir a posição exata de cada parcela e, com o auxílio de um GPS, encontrar cada ponto de interesse para o estudo com precisão, facilitando assim o trabalho de campo.

Diante do exposto, apresentou-se neste texto, apenas algumas das ferramentas e vantagens que o mapeamento pode trazer para o planejamento de um inventário florestal de sucesso, no entanto, há incontáveis possibilidades de se trabalhar esse importante instrumento na aplicação e criação metodologias visando, alcançar excelência na elaboração de inventários florestais.

04 A IMPORTÂNCIA DO SIG PARA O INVENTÁRIO FLORESTAL

- FERNANDA FRANCIELE DE CARVALHO

O conhecimento e obtenção de informações confiáveis sobre um povoamento são os primeiros passos para o planejamento adequado da exploração desses recursos de uma forma sustentável. O inventário florestal por meio da teoria de amostragem é a ferramenta utilizada para obtenção dessas informações com tais níveis de precisão exigidos para o bom manejo florestal e, também, para aprovação perante aos órgãos legais. Embora as medições de campo em povoamentos florestais demandem muito tempo e recursos financeiros, esta é base para estimativa do volume e qualificação da produtividade em determinado local, sendo o volume fundamental na fase de planejamento da produção para qualquer empresa florestal. Nesse contexto, o SIG tornou-se essencial para as atividades do inventário florestal, sendo impossível imaginar qualquer trabalho que não utilize dessa ferramenta.

Praticamente toda empresa possui um sistema de inventário florestal que inclua a coleta de dados. Neste caso, os coletores eletrônicos de dados ocupam papel importante na qualidade, rapidez e baixo custo de coleta e processamento de dados, na definição de um esquema de amostragem, do tamanho de parcela, da intensidade de amostragem, das tabelas de volume, e funções de produção, dos modelos de crescimento, da implantação de um sistema computacional, e na geração de relatórios.

Os cadastros florestais estão intimamente ligados ao Inventário Florestal e é através dessa ligação que se geram relatórios gerenciais. Muitas inferências podem ser feita sobre compra de terras, escolha de espécies, reforma etc., conhecendo-se as relações solo-produtividade. Dessa forma, proporcionam um conjunto de operações de análise e processamento de dados consideravelmente poderoso.

São exemplos específicos de espaço geográfico florestal: um talhão de reflorestamento, um fragmento de mata nativo, uma propriedade ou mesmo áreas nativas de ervais em uma propriedade. Dessa forma, pela quantidade de informações disponíveis, os SIGs proporcionam um conjunto de operações de análise e processamento de dados consideravelmente poderoso.

O processamento de informações através do GPS e do SIG nos permite avaliar características de uma vegetação ou povoamento de uma forma mais rápida e isso possibilita uma mudança no planejamento das atividades, visto que é possível uma

otimização das análises a serem realizadas.

O SIG na Engenharia Florestal

Uma gestão florestal sustentável implica o conhecimento do território e dos seus recursos, calculando o seu potencial e efetuando um correto planejamento das operações. Neste campo o SIG revolucionou a forma como os gestores florestais passaram a gerir as suas propriedades e a atividade florestal.

O SIG acrescentou uma maior eficiência ao ordenamento florestal, onde podemos verificar a aplicação desta tecnologia na definição de políticas e estratégias de gestão florestal, no zonamento do território de acordo com as suas características, na confrontação com outros instrumentos de planejamento, na análise da vulnerabilidade contra agentes bióticos e abióticos, na instalação de infraestruturas florestais, e no desenvolvimento de programas de gestão estratégica dos combustíveis florestais.

Esta tecnologia encontra-se presente nas diversas etapas da gestão florestal, desde o planejamento, passando pela operacionalização e avaliação dos resultados. De fato, podemos verificar a sua presença em trabalhos de análise e diagnóstico, inventário florestal, cadastro da propriedade, silvicultura preventiva, projetos de recuperação e na exploração florestal.

De modo geral, os SIG contribuem para um correto ordenamento florestal, proporcionando uma análise abrangente dos espaços florestais e permitindo aos gestores florestais uma tomada de decisão mais consciente e direcionada para a obtenção de melhores resultados.

Os Sistemas de Informação Geográfica também são usados em Silvicultura para apoiar a gestão florestal, tanto ao nível do inventário quanto na análise, modelação e simulação para o apoio à tomada de decisão. Visto que os SIG têm a possibilidade de incorporar a componente espacial no planeamento do uso do solo e nos modelos de simulação, o desenvolvimento de ligações entre os modelos florestais e o SIG proporciona aos gestores florestais uma maior flexibilidade na determinação da produtividade das espécies e das suas exigências, e permite aos decisores uma oportunidade para avaliar os efeitos de critérios de gestão alternativos da floresta.

Nesse contexto, a adoção de novas tecnologias e técnicas de sensoriamento remoto para o inventário florestal permitem a geração de estimativas de grande precisão do volume da madeira para cada talhão manejado. Ou seja, enquanto as técnicas convencionais nos dão estimativas volumétricas precisas para áreas grandes, como por exemplo, estratos ou conjuntos de talhões, as técnicas mais desenvolvidas nos permitem tomar decisões de manejo ao nível de talhão, garantindo um máximo retorno financeiro.

Outro grande diferencial de um SIG, é a sua capacidade de integração. Ele é capaz de trazer variadas formas de informação, de muitas fontes diferentes e relacioná-las através da localização espacial. Ainda, é capaz da análise espacial dessas informações, permitindo que a tomada de decisões seja apenas limitada pela imaginação.

Portanto, a interligação ou junção de arquivos é uma das mais importantes capacidades de um SIG. Com isto pode-se obter respostas de combinações de várias camadas de informações, ampliando a quantidade das mesmas. A análise independente de cada camada não trará tanta informação quanto as camadas combinadas e novas informações são adicionadas ao banco de dados.

05 DELINEAMENTO DE AMOSTRAGEM

- FERNANDA FRANCIELE DE CARVALHO

O delineamento de amostragem, para atingir os objetivos de qualquer inventário florestal, é determinado pelo tipo de unidade de amostra, pelo tamanho, forma e alocação da unidade de amostra escolhida, número de unidades de amostra a ser empregado, forma de seleção e distribuição das parcelas sobre a floresta e pelos procedimentos adotados de medição das árvores nas unidades selecionadas e análise dos dados resultantes.

Por isso, o profissional envolvido em um inventário florestal tem muitas possibilidades para conduzir essa atividade, pela variedade de especificações em cada um dos elementos mencionados anteriormente, para se conseguir o grau de precisão desejado, a um custo especificado. Lembrando que, não existe um único delineamento de amostragem de aplicação universal. Um delineamento de amostragem é o produto final de uma série de considerações.

O delineamento é influenciados pelos objetivos do inventário, recursos disponíveis, condições topográficas e a acessibilidade à área, tipologia florestal e a sua variabilidade e precisão requerida em torno da média.

Tipos, formas, tamanhos e alocação das unidades de amostra

Como muitas vezes é impossível realizar o censo, os inventários florestais são feitos por amostragem, sendo as árvores selecionadas individualmente ou em grupos, denominados "unidades de amostra," para a obtenção de estimativas dos atributos da floresta.

As unidades de amostra podem possuir área fixa (parcelas ou faixas) ou área variável, ser constituídas por linhas de amostragem, ou ser a própria árvore, no caso dos procedimentos envolvendo árvores-modelo.

As parcelas de área fixa podem se assemelhar a diferentes figuras geométricas, entre elas: retangular, quadrada ou circular.

A unidade de amostra deve ter um tamanho suficiente para incluir um número representativo de árvores, porém pequeno o suficiente para que a relação entre o tempo de estabelecimento e tempo de trabalho na coleta de dados não seja alta, o que aumentaria os

custos desse inventário. Quando são utilizadas parcelas muito grandes, podem ocorrer problemas de ordem estatística, pela redução dos graus de liberdade para cálculo das estatísticas como variância, desvio-padrão e erro-padrão.

Não existe um tamanho ótimo de unidade de amostra, já que este depende da densidade, do custo do processo de amostragem e da precisão das estimativas. Na verdade, existe um intervalo limitado de tamanhos, no qual a eficiência da amostragem é máxima, tanto em termos de precisão quanto de custo.

Em povoamentos em que desbastes são feitos, as parcelas devem possuir um tamanho que, ao final da rotação, garanta um número razoável de árvores para obtenção de estimativas precisas do estoque de madeira.

Na alocação das unidades de amostra, alguns cuidados devem ser tomados. Em plantios, a alocação das unidades de amostra de área fixa deve obedecer às linhas de plantio, para que as unidades representem a área útil de cada planta. Em terrenos com declividade maior do que 10°, a área da unidade de amostra deve ser corrigida, de forma que fique no mesmo plano de referência dos mapas utilizados para a definição do desenho da amostragem.

Seleção e distribuição das unidades de amostra

Para os inventários florestais, os métodos de amostragem podem ser: probabilísticos, com probabilidade igual de seleção das unidades de amostras ou com probabilidade variada, e não-probabilísticos, com seleção sistemática das unidades de amostras.

Os métodos de amostragem probabilísticos com igual probabilidade de seleção empregam parcelas de áreas fixas de diversas formas e tamanhos para selecionar as árvores a serem medidas. A frequência da medição das árvores de um dado tamanho nas parcelas de área fixa depende de sua ocorrência. Nos métodos de amostragem probabilística com probabilidade variada de seleção, a probabilidade de uma árvore ser selecionada é proporcional a alguma de suas características mensuráveis. Nesse método, as unidades amostra possuem dimensões variáveis: a cada árvore corresponde um tamanho de parcela que é proporcional a uma característica mensurável. Por isso, esse tipo de amostragem denomina-se, também, de amostragem com parcelas móveis ou variáveis.

Entre os métodos não-probabilísticos podem-se citar a amostragem seletiva e a amostragem sistemática, em que a amostra é selecionada segundo algum critério pessoal ou de forma sistemática, não tendo uma base estatística para a comparação das estimativas.

06 COMO DEFINIR PARCELAS PARA O INVENTÁRIO FLORESTAL

- MARLON WASHINGTON DA SILVA

Ao iniciar um levantamento florístico, seja com finalidade de inventário florestal, compreensão da florística local, identificação de fitofisionomias, caracterização de estágio sucessional, dimensionamento populacional, ou qualquer outra finalidade, geralmente surgem dívidas quanto ao tamanho e quantidade das parcelas a serem definidas para o estudo.

É fato que, o dimensionamento da amostra deverá ser definido de forma a fornecer os dados necessários para serem processados e se obter uma análise satisfatória, que permita a definição de resultados concretos, baseado nos dados obtidos em campo.

Em inventários florísticos, existem inúmeras metodologias de levantamento, no entanto, no presente texto, vamos nos ater apenas ao método de parcelas fixas, também denominadas, transectos.

Ao se escolher tal metodologia, o dimensionamento da amostragem deve responder a três perguntas básicas, sendo elas: qual o tamanho das parcelas a serem utilizadas? Qual a quantidade de unidades amostrais necessárias para que o estudo seja representativo? E por último, qual o formato das parcelas a serem fixadas?

Sendo assim, vamos tentar esclarecer tais perguntas nos parágrafos que se seguem. É importante ressaltar, que as definições inferidas no presente texto se referem a uma hipótese de levantamento florístico para composição de laudo, estudo ou levantamento com a finalidade de licenciamento ambiental, sendo que, a metodologia deve ser definida sempre se atentando à finalidade do estudo.

Tamanho de parcelas: varia em função da estrutura e estágio de regeneração da vegetação. Para a parcela ser representativa, a mesma deve englobar as variações florísticas e estruturais da vegetação, ou seja, deve ser "uma maquete" do ambiente.

Não deve ser muito grande, de modo que dificulte a existência de repetição e a orientação dentro da mesma, nem muito pequena, de modo que não abranja a variação florístico-estrutural da vegetação.

Ex 01: no cerrado sensu stricto deve englobar áreas cobertas com copas de árvores e áreas abertas – parcelas de 20 m x 50 m.

Ex 02: Tendo em vista a densidade da FOM (Floresta Ombrófila Mista), vegetação da Mata Atlântica, a dimensão das parcelas aplicadas para o cerrado sensu stricto resultaria em um levantamento exaustivo e oneroso, portanto inviável, sendo assim, se adapta a metodologia para a realidade da vegetação local – parcelas de 10 m x 10 m).

Como dica para quem está em dúvidas em relação ao dimensionamento das parcelas para levantamentos florísticos ligados à estudos com finalidade de licenciamento, instrui-se que se consulte, em primeiro lugar, a legislação vigente para a área de interesse do estudo. Também é válida a consulta aos termos de referência disponibilizados pelo órgão ambiental a qual o estudo se destina.

No caso de inexistência de termos de referência fixados pelo órgão licenciador responsável, é válido o embasamento em termos de órgão em esferas superiores. Ex: Se o licenciamento é destinado à análise por prefeituras ou pelo estado, caso estes não possuam termos de referência e o IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (órgão licenciador na esfera estadual) disponibilize um termo de referência específico para o estudo a em questão, o mesmo pode ser seguido como base de referência, sendo ajustado de acordo com a necessidade do inventário.

Para as situações em que nenhum órgão ambiental se manifeste a respeito por meio de legislação ou termo de referência, o profissional / pesquisador deve embasar sua metodologia em bibliografia específica para fitofisionomia ou tipo de vegetação estudada. Vale ressaltar que metodologias amplamente aplicadas no âmbito da pesquisa raramente são questionadas, devido à comprovação de sua eficácia.

Forma das parcelas: basicamente, as parcelas podem ser retangulares (maior efeito de borda, mais alongadas, podem captar mais os efeitos dos gradientes, podem facilitar a orientação dos trabalhadores nas parcelas), quadradas (maior área interna protegida do efeito de borda) ou circulares (para um mesmo perímetro engloba maior área).

A forma das parcelas a serem aplicadas, assim como o dimensionamento, deve ser adequada ao tipo de fitofisionomia e estágio de sucessão da vegetação estudada.

É importante que a metodologia escolhida preveja sempre a viabilidade de replicação das parcelas por toda a área de estudo, especialmente nas áreas de maior dimensão.

Quantidade de unidades amostrais: Assim como os itens anteriores, a quantidade das parcelas a serem lançadas em campo devem atentar ao objetivo do estudo, bem como termos de referência e legislação vigente. A grosso modo, sugere-se que a área amostrada não seja inferior a 20% da área de estudo total, no entanto, desde que tecnicamente embasado, esse percentual pode ser redefinido de acordo com a área de interesse, especialmente em áreas muito grandes.

Se tratando de quantidade de parcelas, deve-se ter em mente que a metodologia escolhida, obrigatoriamente, precisa fornecer amostragem significativa, do contrário o estudo pode ter sua eficácia e veracidade de resultados questionada, especialmente se tratando de inferências voltadas à regularização e autorizações ambientais.

Um ponto de extrema importância ao se definir parcelas, que geralmente é motivo de grande dificuldade de vários pesquisadores, é a definição do local das parcelas.

Salvo casos excepcionais em que o estudo precise ser dimensionado para uma região específica, a caracterização e levantamento da vegetação deve ser distribuída por toda a área de estudo de forma a abranger todas as fitofisionomias e regiões dentro da área de interesse, de maneira que não haja margem para questionamento da metodologia.

O modo mais fácil para evitar tal erro, é a realização de um pré-campo para conhecimento da área e a utilização de softwares de geoprocessamento para definição das parcelas por

meio de sensoriamento remoto. É aconselhável que as parcelas sejam definidas e georreferenciadas em escritório e os pontos para delimitação em campo sejam identificados com uso do GPS.

Ressalta-se que, para evitar viés de amostragem, o posicionamento das parcelas deve seguir um padrão definido pelo pesquisador, que não pode ser alterado no decorrer do estudo. Isso garantirá que a amostra seja representativa e revele a realidade local, sem que a amostragem seja tendenciosa.

Como última dica, sugiro que, sempre que se planejar um levantamento florístico, consulte metodologias aplicadas para a fitofisionomia e/ou região a qual o estudo será direcionado, sendo assim, será possível fazer um paralelo entre as metodologias comumente utilizadas para seu tipo de estudo e as exigências presentes nos termos de referência e legislações vigentes, o que culminará em um estudo bem embasado e resultados precisos e verídicos.

07 ESTRATIFICAÇÃO DE ÁREAS

- FERNANDA FRANCIELE DE CARVALHO

A variabilidade de uma população é fator determinante para o estabelecimento da intensidade amostral que atenderá aos limites de valores fixados previamente, destinados à obtenção de uma precisão adequada dos parâmetros desta população. Uma população que apresente alta variabilidade exigirá uma alta intensidade amostral, sendo que esta intensidade elevada interfere diretamente nos custos operacionais da amostragem. Por outro lado, se a população tem uma variância reduzida, a intensidade amostral também será reduzida, diminuindo os custos para realização do processo de amostragem.

A distribuição de unidades de amostra de forma casual sobre uma área que será inventariada somente será eficiente se a área for homogênea quanto à distribuição da variável de interesse.

Quando a área é heterogênea, devido a presença de povoamentos com diferentes idades, espécies, espaçamentos e topografias, entre outras fontes de variação, a amostragem estratificada será um esquema de amostragem mais eficiente.

A amostragem Casual Estratificada consiste na divisão da população em sub-populações mais homogêneas em termos de distribuição da característica de interesse, denominadas estrato, dentro dos quais se realiza a distribuição das unidades de amostra de forma casual.

Assim, a amostragem estratificada será mais eficiente, se a variabilidade dentro de cada estrato for menor que aquela considerando a população toda.

A subdivisão da floresta em estratos é baseada em alguns critérios, como: características topográficas, tipos florestais, espécies ou clones, espaçamento, volume, altura, idade, classe de sítio etc. Sempre que possível, a estratificação deverá ser baseada na mesma característica que será estimada pelo procedimento de amostragem, ou seja, para estimar o volume, é desejável estratificar a floresta por classes de volume. Entretanto, esta estratificação nem sempre é possível, em função da falta de informações sobre o povoamento. Desta forma, é recomendado que a estratificação seja feita com base em variáveis que influenciam no volume dos povoamentos, como espécies ou clones, idade, espaçamento, regime de manejo e classe de sítio.

Para grandes áreas florestais onde existe pouca base para algum tipo de subdivisão natural e, às vezes, em inventários de florestas nativas, principalmente onde não existem mapas ou fotografias aéreas disponíveis ou quando a fotointerpretação revela pouca base

para uma estratificação, usa-se a divisão da floresta em blocos quadrados ou retangulares de tamanhos conhecidos e uniformes. Os blocos resultantes podem ser heterogêneos, mas é evidente que existirá maior homogeneidade dentro dos menores blocos do que nos maiores, ou do que em toda a população florestal.

Em florestas naturais, nas quais a população é composta por diferentes espécies, árvores com diferentes idades, distribuídas sobre as mais diversas condições de locais (solo, topografia, etc.), a estratificação torna-se mais complexa, tendo em vista que, além dessas características, outras, a exemplo da área basal, volume e número de árvores por hectare, devem ser consideradas em conjunto. Nesses casos, há a necessidade de utilizar técnicas de análise multivariada para a estratificação da floresta.

Além da estratificação, existe a pós-estratificação que consiste na divisão de estratos efetuada após a coleta de dados, podendo ser identificadas sua variabilidade e delimitação. Em geral, a pós-estratificação decorre da identificação da variabilidade da população durante os trabalhos de amostragem, permitindo a delimitação dos estratos "in loco".

08 OS INSTRUMENTOS MAIS UTILIZADOS EM MEDIÇÕES E COLETAS DE DADOS FLORESTAIS

- FERNANDA FRANCIELE DE CARVALHO

A mensuração florestal é um importante elemento florestal, uma vez que fornece informações precisas sobre a floresta, permitindo assim a tomada de decisões adequadas na realização deste, além de possibilitar o melhor planejamento de suas atividades.

Nos inventários florestais é cada vez mais comum a utilização de equipamentos, seja eles eletrônicos ou não, nas atividades de mensuração florestal, tais como: suta eletrônica, coletores de dados e medidores de altura, esses e vários outros equipamentos facilitam a coleta de dados, assim como a posterior manipulação dos mesmos.

Listamos alguns dos principais equipamentos utilizados na coleta de dados em campo, desde os mais simples e convencionais, aos mais sofisticados e cada vez mais tecnológicos. Sobretudo dando-se destaque ao avanço da tecnologia em benefício da ciência florestal.

Veja abaixo alguns dos principais equipamentos:

Suta

É um instrumento, sobretudo dos mais comuns e usuais para a medição do diâmetro. Consistem de uma barra graduada e de dois braços paralelos dispostos perpendiculares à barra. Um braço é fixo, e o outro desloca-se de um lado para o outro.

Suta Digital

O mesmo que a suta comum a única diferença consta-se na contribuição da tecnologia, com a presença de um visor que já disponibiliza a medida automaticamente, eliminando assim os riscos de erros grosseiros na hora da coleta dos dados em campos. Sim! Um salto na mensuração florestal brasileira!

Fita diamétrica

A fita diamétrica é o instrumento que permite obter tanto o diâmetro quanto a circunferência do fuste e dos galhos. Normalmente, elas são feitas de materiais resistentes, de forma que não sofram variações no seu comprimento devido a variações climáticas e nem desgaste e virtude de seu contato com as cascas das árvores. Fáceis de achar, manipular e de uso em campo! Deve fazer parte do kit de campo do engenheiro florestal.

Régua de Biltmore

É usada para medir diâmetro de árvores em pé, mas somente em trabalhos grosseiros. Consiste de uma régua de comprimento variável e com graduação especial, a medida do diâmetro é obtida ao se encostar a régua perpendicular ao eixo da árvore, numa altura correspondente ao DAP, fazendo com que a tangente formada pela linha visada e um dos lados da árvore coincida com o zero da graduação da régua.

Garfo de diâmetro

Muito utilizado quando se deseja obter estratificação das árvores por classe de diâmetro. Possibilita obter rapidamente frequência por classe de diâmetro.

Hipsômetro

Um dos principais equipamentos para medições de árvores em florestas. São instrumentos que servem para medir alturas de árvores para posterior determinação do volume. Funciona com base no princípio trigonométrico, ou seja, transforma automaticamente ângulos (graus) em distâncias (metros). Consiste de um visor com um pêndulo, que mostra em quatro escalas as alturas em dependência das distâncias em que se faz a visada (15, 20, 30 ou 40 m). Possui também uma quinta escala, que serve para medir declividades.

O instrumento possui um visor ótico que permite a determinação da distância do operador e a árvore com o auxílio de uma mira. As medidas são precisas, é de fácil manuseio, possibilita medir distâncias e declividades, contudo em florestas densas torna-se difícil medir as distâncias e alturas devido à má visibilidade.

Clinômetro

O Clinômetro além de medir ângulos, calcula altura de objetos tomando como referência a distância entre você e o objeto (medida manualmente) e dois ângulos. O primeiro ângulo é tomado mirando na base do objeto e o segundo mirando no topo do objeto. A altura é mostrada na tela, não necessitando de cálculos e as medições podem ser feitas de qualquer distância. Como todos os dados são processados pelo instrumento qualquer risco de erro de cálculo é eliminado.

Clinômetro Blume-Leiss (com telêmetros para distâncias fixas)

Trata-se de um tipo de Clinômetro, contudo é um equipamento útil para se encontrar distâncias Fixas, assim como alguns instrumentos florestais possuem telêmetros calibrados para apresentar a focalização a distâncias fixas. Ou seja, ambas as lentes estão fixas e quando o observador se posicional a uma certa distância determinada do objeto a focalização acontece no telêmetro. Esse tipo de recurso está presente em alguns clinômetros (instrumentos de mensuração de altura). Por exemplo, o clinômetro Blume-Leiss, o telêmetro é apenas um "furo" que pode ser visto no instrumento, contido, ele vem acompanhado de uma "régua" com duas faixas brancas a ser posicionada junto da árvore. Quando a régua posicionada junto à árvore, é vista através do telêmetro uma visão dupla da régua é formada, quando a segunda faixa branca de uma das imagens da régua coincide com a primeira faixa branca da outra imagem (veja a figura acima à direita), o observador se encontra à distância pré-estabelecida da árvore. No caso de Blume-Leiss, essa distância pode ser de 15, 20, 30 ou 40m, dependendo do tipo de régua que acompanha o instrumento.

Verrumas Haglof

Uma verruma Haglof é um instrumento muito útil que pode ser utilizado para determinar a idade de uma árvore bem como para controlar o aumento ou diminuição de contaminação ambiental, localizar madeira em estado de apodrecimento e para detectar pragas nas árvores. Com uma perfuração através de uma verruma pode ser controlada regularmente a qualidade, densidade e idade da madeira em edifícios antigos, barcos, suportes telefónicos e árvores evitando-se assim acidentes inesperados e poupar dinheiro.

Medidor de Espessura de Casca

O Medidor de Espessura de Casca serva para determinar espessuras de casca até 50 mm. É um instrumento concebido para perfurar a casca das árvores, de modo a ser calculada a sua espessura. A espessura da casca é um parâmetro importante para o cálculo dos volumes sem casca.

Medidor de Distâncias

O Medidor de Distâncias DME é ideal para o trabalho em parcelas de amostragem circulares pois permite que a todo o momento se conheça a distância ao centro da parcela.
Para além deste trabalho é bastante útil noutros campos de atuação como o trabalho policial na investigação de acidentes, construção de estradas, construção civil, etc. Trabalha através de tecnologia ultrassónica num ângulo de 360º, possui um tamanho que permite o seu transporte no bolso e é bastante resistente ao trabalho de campo.

Martelo de Análise de Crescimento

O Martelo de Análise de Crescimento é indicado para um rápido exame da taxa de crescimento da árvore nos últimos anos. Possui uma escala no cabo do martelo para uma leitura rápida e é construído com aço.

Dendômetros

Trata-se de um equipamento recente, o dendrômetro ótico é utilizado para a cubagem de árvores. Tradicionalmente em inventários florestais, as equações para estimativa de volume são ajustadas utilizando-se dados de árvores que são derrubadas e medidas em diversas alturas do fuste, para a determinação do seu volume (cubagem rigorosa). No entanto existem situações em que não se pode derrubar as árvores, e nesse caso é necessário o uso de equipamento especial para a medição, o dendrômetro.

Drone florestal

No setor florestal a busca por informações tem sido cada vez mais embasada em métodos e procedimentos que possibilitem alta precisão, mínimo custo e máxima qualidade da informação, a utilização de VANTs/drones para o levantamento das informações do inventário é perfeitamente viável e justificada. Estes pequenos equipamentos são capazes de levantar grande quantidade de informações relevantes e precisas em pouco tempo, trazendo apenas vantagens. Quando se fala em VANTs/drones para levantar tais dados, pode se falar, da mesma forma, na rapidez e qualidade desse tipo de serviço. Além disso, um único sobrevoo em determinada área e, o subsequente processamento das imagens levantadas, pode fornecer quase todas as informações possíveis de serem obtidas (estimativa da área, topografia, mapeamento da propriedade e dos acessos). Para as demais informações (estimativa de crescimento e de volume de madeira), outros sobrevoos subsequentes e um processamento um pouco mais detalhado são suficientes.

GPS (Sistema de Posicionamento Global)

O bom e velho GPS, sua utilização como ferramenta de localização, navegação e apoio ao inventário florestal, se adequadamente utilizado, pode proporcionar melhor rendimento, bem como economia de tempo e recursos na execução desta atividade. Apesar de se ter algumas limitações quanto sua utilização em ambientes florestais que possuam cobertura de copas muito fechada, que podem afetar o receptor do GPS, o que provoca erro na geolocalização.

Contudo, seu uso para localização de unidades amostrais se dá em muito menor tempo, menor custo, além da possibilidade de inserção da unidade amostral em uma planificação em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica), do qual pode-se gerar mapas cartográficos, extremamente úteis e necessários nos processo de tomada de decisão em inventários e manejo florestal.

09 VOLUMETRIA E O AJUSTE DE EQUAÇÕES VOLUMÉTRICAS

- FERNANDA FRANCIELE DE CARVALHO

A estimativa do volume é umas das principais finalidades dos inventários florestais, principalmente quando estes têm fins comerciais. O volume de um povoamento é geralmente obtido através de amostras que são extrapoladas para o restante da população.

Durante a coleta de dados, são medidos os diâmetros de todas as árvores da parcela. A altura também é tomada de todas ou algumas árvores. Para plantadas, geralmente são tomadas as alturas de um determinado percentual de indivíduos e utiliza-se uma relação hipsométrica para estimar a altura dos demais. Para Nativas, é comum medir todas as alturas das árvores da parcelas. A partir desses valores, é possível estimar os volumes através de técnicas indiretas como fator de forma, equação de volume e funções de afilamento. No entanto, para que estas técnicas possam ser desenvolvidas, é preciso que se obtenha uma base de dados com árvores representativas, que devem ser amostradas com o máximo rigor.

Seria muito desejável que os fustes das árvores possuíssem forma cilíndrica, pois isso facilitaria na obtenção do volume. Porém, diversos fatores como a espécie, ambiente, idade, manejo e fatores genéticos fazem com que as árvores assumam diversas formas.

A relação entre o volume real do fuste de uma árvore e o volume de um cilindro, define o chamado fator de forma. O volume de uma árvore (real), com ou sem casca, pode ser estimado multiplicando-se o volume do cilindro, definido pelo DAP e pela altura da árvore, por um fator de forma médio com ou sem casca, apropriado para a espécie.

A única medida direta do volume é aquela obtida pela cubagem rigorosa. É muito mais trabalhoso fazer a cubagem de árvores em pé, mas não resta outra alternativa quando as árvores não podem ser cortadas.

Existem vários métodos de cubagem, entre os quais: Smalian, Huber, Newton, FAO, xilômetro etc. Esses métodos permitem o cálculo do volume real da árvore, onde o DAP e a altura, serão usados para construção de equações de volume a serem empregadas na estimativa dos volumes das árvores em pé nas parcelas do inventário.

A partir dos dados das árvores cubadas, é possível avaliar as variações na forma do fuste para desenvolver as equações.

Ajuste de equação de volume com o Cubmaster

O Cubmaster é um sistema para cubagem rigorosa e ajuste de equações que permite a realização de análises volumétricas, de biomassa ou de carbono e de taper tanto de florestas plantadas quanto naturais. As principais funcionalidades do software Cubmaster são:

- Resultados de análises volumétricas, de biomassa ou de carbono e de taper, de florestas plantadas ou naturais;
- Cubagem de árvores pelos métodos Huber, Smalian ou Newton;
- Ajustes das equações de volume, taper, biomassa, carbono e altura por regressão linear e não-linear;
- Exportação e importação dos resultados para diversos programas, como o Microsoft Excel e o software Mata Nativa;
- Estimativas do diâmetro de qualquer altura do fuste de árvore;
- Ferramentas que facilitam a verificação de inconsistências no banco de dados.

10 ESTIMATIVA DE ALTURA E AJUSTE DA EQUAÇÃO HIPSOMÉTRICA

- FERNANDA FRANCIELE DE CARVALHO

Para podermos aferir a altura de uma árvore podemos usar vários procedimentos e instrumentos. A altura constitui-se em importante característica da árvore e pode ser medida ou estimada. Sua medição ou estimação é muito importante para o cálculo do volume, de incrementos em altura e, em determinadas situações, pode servir como indicadora da qualidade produtiva de um local.

A altura é uma variável fundamental para o inventário florestal. Infelizmente, a maioria das medições baseiam-se em inspeções visuais, já que é difícil mensurar o tamanho vertical de objetos entre 10 e 40 metros de altura.

A estimação mais correta da altura das árvores é feita utilizando-se hipsômetros, que, de acordo com os princípios em que se baseiam, podem ser trigonométricos ou geométricos. O princípio geométrico se baseia para a medição de altura as relações existentes entre triângulos semelhantes, a partir de uma comparação. Já no princípio trigonométrico, o cálculo é a determinação de ângulo dentre o observador e a visada para o alvo, no caso, a parte mais alta da copa.

O uso de equações de volume e relações hipsométricas em inventário florestal vem se constituindo em uma operação rotineira para cálculo de volume de madeira em pé e estimativa da altura das árvores através da relação DAP e altura.

A determinação da altura das árvores em pé através de instrumentos é uma operação onerosa e sujeita a erros. Desse modo, procura-se medir algumas alturas nas parcelas de inventário e, através de relações hipsométricas, estimar as demais.

Erros na estimação das alturas

Os erros de medição de altura influem diretamente na precisão da estimativa do volume de árvores individuais e consequentemente no inventário florestal. O erro total cometido ao se estimar a altura de uma árvore pode ser devido aos seguintes componentes:

- Erros relacionados ao objeto, onde a altura total de uma árvore só poderá ser corretamente estimada se o topo e a base da árvore estiverem simultaneamente visíveis.

Em florestas densas, o observador pode ter dificuldades em visualizar a base do fuste da árvore, acarretando erros na estimação da altura. Nesse caso, pode-se colocar uma vara auxiliar de tamanho conhecido ao lado do fuste da árvore e proceder à estimação da altura a partir do topo da vara. A altura da árvore será a estimativa obtida pelo instrumento somada ao comprimento da vara auxiliar.

• Erros relacionados aos instrumentos, que ocorrem quando há subestimação ou superestimação das alturas, principalmente em relação à exatidão da escala de graduação ou erros associados aos hipsômetros baseados no princípio trigonométrico, que se devem, basicamente, à negligência na manutenção e manuseio dos instrumentos.

• Erros relacionados ao observador, já que a estimativa requer habilidade do operador. Erros nas tomadas das medidas de altura podem ocorrer devido a problemas de visão, técnica incorreta da tomada das leituras nos instrumentos, operação incorreta do instrumento e distância incorreta entre o observador e a árvore, entre outros.

Nem sempre é possível separar esses componentes, uma vez que suas causas estão frequentemente ligadas. Geralmente, a dificuldade de visualização e definição do final da copa das árvores causa as maiores diferenças entre as estimativas obtidas pelo hipsômetro e as reais.

Relações hipsométricas

A expressão da altura da árvore em função do seu DAP é de fundamental importância nos procedimentos de inventário florestal. Expressando corretamente essa relação através de modelos de regressão, pode-se estimar a altura das árvores de um povoamento florestal medindo apenas o seu DAP. Esse procedimento implica em redução de custo do inventário, porém pode diminuir a precisão das estimativas das alturas.

Como o objetivo da relação hipsométrica é o de obter a altura de árvores individuais, dois aspectos fundamentais devem ser considerados na sua construção. O primeiro é o sistema de amostragem das árvores para medição de altura e do modo de agrupamento destas para o ajuste da curva altura-diâmetro. O segundo é qual o melhor modelo a ser utilizado, isto é, como os modelos respondem às particularidades da amostra utilizada no ajuste e como ela influencia o desempenho dos modelos quando estes estimam a altura das árvores que tiveram somente o diâmetro medido. A proporção das árvores nas diferentes classes de diâmetro na amostra de ajuste também pode influenciar o ajuste de modo diferenciado entre os modelos.

Para florestas plantadas, geralmente mede-se a altura de apenas alguns indivíduos da parcela e é comum o uso de equações hipsométricas, onde, através de modelos de regressão, pode-se estimar a altura das árvores de um povoamento florestal.

11 PROCESSAMENTO DO INVENTÁRIO FLORESTAL

- FERNANDA FRANCIELE DE CARVALHO

Devido à grande base de dados que é obtida no inventário florestal, torna-se necessário a utilização de softwares capazes de processar esses dados de forma rápida e confiável.

O Mata Nativa é o software que realiza todos cálculos de inventário florestal e análise fitossociológica, com aplicação efetiva em todos os biomas brasileiros. Além do software ele possui uma versão para dispositivos móveis, que agiliza a coleta de dados em campo e elimina o processo de digitação das fichas de campo, diminuindo o tempo de elaboração do projeto e consequentemente reduzindo o custo do inventário florestal.

O software permite, dentre muitas análises, realizar diagnósticos qualitativos e quantitativos de formações vegetacionais, análises fitossociológicas completas, elaborar inventários e planos de manejo, monitorar a floresta através de inventários contínuos acompanhando o crescimento e desenvolvimento das espécies e analisando as características de valoração e exploração florestal.

Com sua comprovada eficiência e grande número de funcionalidades, o Mata Nativa permite a engenheiros florestais, botânicos, pesquisadores, empresas e estudantes obterem informações mais completas e confiáveis de maneira rápida, fácil e com grande flexibilidade na apresentação, além de proporcionar aumento da produtividade dos trabalhos e precisão nos resultados.

Com o Mata Nativa é possível trabalhar com diferentes tipos de inventários:

✔ Amostragem casual simples;
✔ Amostragem casual estratificada;
✔ Amostragem casual dois estágios;
✔ Amostragem casual conglomerado;
✔ Sistemática em um estágio;
✔ Sistemática em dois estágios;
✔ Monitoramento;
✔ Método de quadrantes;
✔ Inventário 100%.

ANÁLISES DISPONÍVEIS NO MATA NATIVA

Amostragem - Calcula as estatísticas de amostragem pelos delineamentos casual simples, casual estratificada, conglomerado, casual em dois estágios, além de sistemática em um e dois estágio.

Florística - Apresenta a florística por espécie, gênero, família e variáveis qualitativas.

Diversidade - Calcula os índices de Mistura de Jentsch, Diversidade de Shannon-Weaver, Uniformidade de Pielou e Índice de Simpson.

Agregação - Calcula índice de Agregação de MacGuinnes, índice de Fracker e Brischle e índice de Payandeh.

Estrutura Horizontal - Estima os parâmetros da estrutura horizontal.

Estrutura Vertical/Posição Sociológica - Estima a importância das espécies considerando a sua participação nos estratos verticais.

Categoria de Tamanho/Regeneração Natural - Calcula a distribuição dos parâmetros densidade, dominância, volume e número de indivíduos por classe de tamanho na regeneração natural.

VIA - Estima o Valor de Importância Ampliado das espécies.

VIEA - Estima o Valor de Importância Economicamente Ampliado das espécies.

Estrutura Diamétrica - Calcula os parâmetros número de indivíduos, área basal e volume por espécie, classe, parcela, espécie-parcela, espécie-classe, parcela-classe, espécie-parcela-classe e determina guias de corte via método BDq.

Análise Qualitativa - Calcula os parâmetros número de indivíduos, área basal e volume por variável qualitativa, espécie-var. qualitativa, var. qualitativa-classe, parcela-var. qualitativa e espécie-var. qualitativa-classe.

Valoração - Permite avaliar o valor econômico pelos seguintes agrupamentos: espécie, espécie-classe, espécie-qualidade de fuste e espécie-qualidade de fuste-classe.

Experimentação - Permite gerar bancos de dados para análises estatísticas univariadas e multivariadas.

Agrupamento - Calcula diversos parâmetros para as espécies, agrupados por parcela, projeto, estrato e nível de inclusão, como área basal, dominância e volume.

Os inventários são trabalhados na forma de projetos. Ao se cadastrar um novo projeto o usuário seleciona o tipo de inventário. Para facilitar o entendimento e manipulação das informações o software trabalha em módulos. O módulo Dados é o local onde são cadastradas todas as informações levantadas em campo, as configurações do projeto e as características do inventário realizado. O módulo Cálculos é o local onde é possível realizar todas as análises do projeto utilizando-se as informações cadastradas no módulo Dados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FREITAS, A. G.; WICHERT, M. C. P. Comparação entre instrumentos tradicionais de medição de diâmetro e altura com o criterion 400. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, circular técnica, nº 188, 1998.

SOARES, C.P.B.; PAULA NETO. F.; SOUZA, A.L. Dendrometria e inventário florestal. 2. Ed. Viçosa: Editora UFV. 2011. 272 p.

SCOLFORO, R.S.; THIERSCH, C.R. Biometria Florestal: Medição, Volumetria e Gravimetria. Lavras: UFLA/FAEPE. 285 p. 2004.

WATZLAWICK, L. F.; SANQUETTA, C. R.; KIRCHNER, F. F. GPS: Ferramenta de apoio na realização de inventário florestal. Floresta, 32, n.1, p.135-141, 2002.

SOFTWARE MATA NATIVA.

O Mata Nativa é o software que realiza todos cálculos de inventário florestal e análise fitossociológica, com aplicação efetiva em todos os biomas brasileiros. Além do software ele possui uma versão para dispositivos móveis, que agiliza a coleta de dados em campo e elimina o processo de digitação das fichas de campo, diminuindo o tempo de elaboração do projeto e consequentemente reduzindo o custo do inventário florestal.

Baixe Grátis SOFTWARE MATA NATIVA

MATA NATIVA. MÓVEL

O Mata Nativa Móvel, é um aplicativo para agilizar a coleta de dados em campo, eliminando o processo de digitação das fichas de campo, e assim reduzir o tempo de elaboração do projeto.
Os principais objetivos do Mata Nativa Móvel são:

- Agilizar a coleta dos dados do inventário florestal;
- Calcular a estatística completa da amostragem, informando ao profissional a suficiência amostral com o número ótimo de parcelas;
- Transferir os dados coletados no campo diretamente para o software Mata Nativa, eliminando a digitação das fichas de campo no computador.

Baixe Grátis MATA NATIVA MÓVEL