

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

RUAN SPECIMILLE FALCÃO

ZONEAMENTO DE APTIDÃO PARA COLHEITA MECANIZADA  
NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2019

RUAN SPECIMILLE FALCÃO

ZONEAMENTO DE APTIDÃO PARA COLHEITA MECANIZADA  
NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2019

RUAN SPECIMILLE FALCÃO

ZONEAMENTO DE APTIDÃO PARA COLHEITA MECANIZADA  
NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da  
Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título  
de Engenheiro Florestal.

Aprovada em 28 de junho de 2019.

COMISSÃO EXAMINADORA

*Fiedler*

Prof. Dr. Nilton Cesar Fiedler  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientador

*Ramalho*

Eng. Florestal Antônio Henrique Cordeiro Ramalho  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Coorientador

*Kaíse Barbosa de Souza*

MSc. Kaíse Barbosa de Souza  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Examinador

*William Masioli*

MSc. William Masioli  
Universidade Estadual do Centro Oeste  
Examinador

*Thiago Nunes da Silva Macedo*

Eng. Florestal Thiago Nunes da Silva Macedo  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Examinador

“O estresse do crescimento é muito menor do que o do fracasso e da estagnação. “

Geração de Valor

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus pelo dom da vida, pela saúde e força para superar todas as dificuldades.

A toda minha família, em especial a minha mãe Ines Specimille, minha irmã Raiani e a minha sobrinha Anny Gabrielli, por serem meu maior exemplo de amor e cumplicidade, e, por possibilitarem a realização do meu sonho, sempre me incentivando e motivando nos momentos mais complicados.

Ao professor e orientador Nilton Cesar Fiedler, pela amizade, apoio e por todo conhecimento compartilhado ao longo da iniciação científica e deste trabalho de conclusão de curso. Ao Henrique, pela amizade e por aceitar ser meu coorientador, sendo sua participação extremamente importante neste estudo, sempre me auxiliando com muita dedicação e ensinamentos.

A todos os membros da banca avaliadora, por aceitarem o convite de participar desse momento importante em minha vida.

A todos os amigos que fiz durante a graduação, sempre estando ao meu lado, em especial Jéssica, Léo, Marcello, Marianne, Matheus e Robert, nossas histórias sempre serão lembradas.

A todos amigos que mesmo distantes me apoiaram e incentivaram durante esta trajetória.

A Universidade Federal do Espírito Santo e ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira. Aos Professores que me acompanharam durante a Graduação, por me acolher e fornecer uma formação técnica de qualidade.

## RESUMO

A busca pelo aumento da produtividade dos empreendimentos florestais, criou a necessidade de elevar o nível de mecanização das atividades. Objetivou-se com este trabalho avaliar a aptidão das áreas do estado do Espírito Santo à implementação da colheita de madeira mecanizada, utilizando o sistema de toras curtas. Objetivando criar o zoneamento das áreas aptas, utilizou-se informações referentes à declividade, Uso e Ocupação da Terra (UOT) e tamanho mínimo da área. Para as classes de aptidão referentes à declividade, foram criadas três categorias: apta (0 - 27°), apta com uso de guincho de tração auxiliar - GTA (27,1 - 35°) e inaptas (>35°), através de informações obtidas através do *Google Earth Engine*. Já para o mapeamento referente ao UOT, utilizou-se ortofotos disponibilizadas pelo IEMA. O uso e ocupação da terra do Espírito Santo foi classificado como apto, apto com restrição, inapto e impróprias. As Unidade de Conservação (UC) e suas respectivas áreas de amortecimento foram determinadas conforme o plano de manejo de cada UC, disponibilizado pelo ICMBio (Federais) e IEMA (Estaduais), sendo estas, classificadas como impróprias. Utilizando o *software ArcGis 10.3* foram realizadas as combinações dos mapas de declividade com o mapa de UOT, delimitando as áreas aptas para implementação da colheita florestal mecanizada. Os resultados demonstraram que o estado apresenta 44,00% de toda a sua área apta à implementação de, podendo ser implantada em todas as microrregiões do Estado. Em 42,83% da área do estado a declividade é superior a 35° e/ou o uso e ocupação da terra destina-se a outras atividades que impede a utilização de maquinários, tornando essas áreas inaptas. O Espírito Santo apresenta 10,53% de seu território destinado as Unidades de Conservação, caracterizando estas regiões como impróprias. Com relação a utilização do GTA, apenas a microrregião Nordeste não permite o emprego desta tecnologia. Diante do exposto, foi possível quantificar as áreas aptas à implementação da colheita mecanizada no Espírito Santo, além de demonstrar que é possível elevar o nível de mecanização no estado.

Palavras chaves: Operações florestais; geotecnologias; uso e ocupação da terra; declividade; mecanização.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivos.....	3
1.2. Objetivo geral.....	3
1.3. Objetivos específicos.....	3
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. O setor florestal brasileiro .....	4
2.2. Colheita de madeira .....	5
2.3. Sistemas de colheita de madeira .....	5
2.3.1. Sistemas de árvores inteiras ( <i>Full Tree</i> ) .....	6
2.3.2. Sistemas de toras curtas ( <i>Cut to length</i> ) .....	6
2.4. Colheita florestal em áreas declivosas .....	7
2.5. Colheita mecanizada .....	8
2.5.1. <i>Harvester</i> .....	9
2.5.2. <i>Forwarder</i> .....	10
2.5.3. Guinchos de tração auxiliar .....	11
2.6. Geotecnologias .....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	14
3.1. Área de estudo .....	14
3.2. <i>Software</i> utilizado .....	15
3.3. Base de dados .....	15
3.4. Declividade.....	17
3.5. Uso e ocupação da terra .....	17
3.6. Elaboração do zoneamento .....	19
3.7. Vetorização da imagem matricial .....	19
4. RESULTADO E DISCUSSÃO .....	21
4.1. Classes de declividade .....	21
4.2. Classes de uso e ocupação da terra .....	22
4.3. Aptidão à implementação da colheita mecanizada .....	25
5. CONCLUSÕES .....	34
6. REFERÊNCIAS .....	35

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Classes de aptidão de declividade seguida da descrição do relevo.....	27
<b>Tabela 2:</b> Aptidão as culturas florestais, conforme o uso e ocupação da terra do estado do Espírito Santo.....	18
<b>Tabela 3:</b> Classes de declividade para o Estado do Espírito Santo e suas respectivas áreas. ....	22
<b>Tabela 4:</b> Áreas ocupadas pelas classes de uso e ocupação da terra no estado do Espírito Santo.....	24
<b>Tabela 5:</b> Classes de aptidão à implementação da colheita mecanizada no estado do Espírito Santo .....	26
<b>Tabela 6:</b> Classes de aptidão à mecanização da colheita de madeira, distribuídas de acordo com cada microrregião .....	27



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> <i>Harvester</i> de pneus .....	9
<b>Figura 2:</b> Forwarder. ....	10
<b>Figura 3:</b> Métodos de ancoragem dos GTA's. ....	11
<b>Figura 4:</b> Localização geográfica do Estado do Espírito Santo, Brasil. ....	14
<b>Figura 5:</b> Fluxograma metodológico .....	16
<b>Figura 6:</b> Caracterização das classes de declividade para o estado do Espírito Santo.....	21
<b>Figura 7:</b> Mapa de uso e ocupação do solo para o estado do Espírito Santo.....	21
<b>Figura 8:</b> Mapa com as classes de aptidão para o estado do Espírito Santo .....	23
<b>Figura 9:</b> Mapa com as áreas aptas e inaptas conforme as microrregiões do estado do Espírito Santo .....	32

## 1.INTRODUÇÃO

Conforme informações da Indústria Brasileira de Árvores (2018), o Brasil apresenta uma área de 7,84 milhões de hectares de florestas plantadas, responsável por cerca de 90% de toda a madeira de uso industrial produzida no país. Diversos produtos e subprodutos, como a celulose, papel, painéis de madeira, pisos laminados, carvão vegetal e biomassa são oriundos das florestas plantadas. O setor florestal brasileiro gera uma receita bruta de R\$ 73,8 bilhões, significando 6,1% do PIB industrial e 1,1% do PIB brasileiro.

Para o estado do Espírito Santo, o setor florestal corresponde a 25% do PIB do agronegócio estadual, gerando 80 mil empregos diretos e indiretos (CEDAGRO, 2011). O estado é o sexto maior produtor de eucalipto, com uma área de 233.760 ha, enquanto para árvores de pinus se encontra na nona posição com 2.500 ha (IBÁ, 2017).

Os empreendimentos florestais tem se consolidado entre as principais atividades do agronegócio, devido às altas produtividades, elevada demanda de madeira e ao incremento constante de novas tecnologias no setor. A crescente demanda por madeira para diversas finalidades, implicou na expansão das áreas florestais além do aumento da necessidade de técnicas para facilitar a colheita.

A colheita de madeira é o conjunto de operações que envolvem a preparação e retirada da madeira do interior do talhão para o local de transporte. Tais atividades abrangem o corte (derrubada, desgalhamento e traçamento), a extração (retirada da madeira do interior do talhão até o pátio ou margem da estrada) e o empilhamento nas margens das estradas ou pátios. A colheita de madeira é uma operação que requer atenção especial, pois pode variar conforme a topografia do terreno, o rendimento volumétrico do povoamento, o tipo de floresta, o uso da madeira e as máquinas e equipamentos disponíveis (MACHADO, 2014).

Das atividades relacionadas à produção de madeira, a colheita é a etapa mais importante economicamente, pois pode representar valores acima de 50% dos custos totais (MACHADO, LOPES, 2000; JACOVINE et al., 2005). Devido aos elevados custos, é preciso otimizar as atividades, de modo a maximizar a produção e reduzir os gastos e o tempo de execução.

No entanto, mesmo com toda tecnologia utilizada no setor, o Brasil fica aquém no desenvolvimento de inovações relacionadas à mecanização florestal, quando comparado a alguns outros países. As novidades implantadas no setor florestal, tendem, na maioria das vezes, a ser em áreas com relevo plano a pouco ondulado. Em muitos casos, os maquinários utilizados na colheita florestal, são adaptados, havendo uma carência de estudos e tecnologia para áreas declivosas (MACHADO, 2014; BRINATE, 2016).

O Espírito Santo apresenta regiões com predomínio de relevos acidentados, dificultando a inserção de máquinas de grande porte para a realização da colheita de madeira. Portanto, perante as dificuldades, tornam-se necessários estudos que indiquem regiões aptas à implementação da colheita de madeira mecanizada no estado. Este trabalho justifica-se também devido a carência de trabalhos relacionados a esta abordagem no Espírito Santo.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo Geral**

Avaliar a aptidão das áreas do estado do Espírito Santo, Brasil, à implementação da colheita de madeira mecanizada, utilizando o sistema de toras curtas.

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

- Determinar possíveis áreas à implementação de cultivo florestal;
- Definir classes de declividade e uso e cobertura da terra;
- Definir regiões aptas à mecanização da colheita de madeira, através do cruzamento de informações relativas à declividade e uso e ocupação do solo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. O setor florestal brasileiro

O início do setor florestal brasileiro ocorreu com introdução do gênero *Eucalyptus* no interior do estado de São Paulo em 1903. Navarro de Andrade trouxe as primeiras sementes de eucalipto objetivando encontrar uma solução para a produção de dormentes, postes e lenha para ferrovias e locomotivas (GONÇALVES, 2011).

A partir da década de 1960, com a aprovação da Lei nº5.106, de setembro de 1966, o setor florestal brasileiro começou a se desenvolver com maior rapidez, devido aos incentivos fiscais aos empreendimentos florestais. Tal lei, permitia reduzir até 50% do valor de imposto de renda. No ano de 1976, o Brasil era o quarto país a mais incentivar a produção florestal no mundo, ficando atrás de China, União Soviética e Estados Unidos (LEÃO, 2000; SOARES; SOUZA; SILVA, 2008; MACHADO et al., 2014).

Em 1998, os incentivos fiscais ao reflorestamento foram extintos, devido a deficiências técnicas na utilização dos recursos disponíveis. Entretanto, mesmo com o fim dos incentivos fiscais, o setor florestal continuou a se desenvolver devido às grandes empresas de base florestal que continuavam a ampliar suas áreas de plantio (SOARES; SOUZA; SILVA, 2008).

O Brasil possui aproximadamente 58% de seu território coberto por florestas, sendo que 7,8 milhões de hectares eram ocupados por florestas plantadas no ano de 2017. Além disso, o país lidera o ranking mundial de produtividade florestal, tendo médias de 35,7 m<sup>3</sup>/ha e 30,5 m<sup>3</sup>/ha para plantios de eucalipto e pinus respectivamente. O setor de árvores plantadas teve uma participação de 6,1% no PIB industrial, colaborando com 1,1% de toda a riqueza gerada no país no ano de 2017, empregando diretamente 508 mil pessoas (SNIF, 2017; IBÁ, 2018).

Durante o ano de 2017, o setor florestal brasileiro teve um investimento de R\$ 6,7 bilhões (IBÁ, 2018). As atividades relacionadas a colheita de madeira têm recebido os maiores investimentos, devido a sua complexidade e o objetivo de reduzir os custos, resultando na utilização de máquinas de alta tecnologia e produtividade (MACHADO e LOPES, 2008).

## **2.2. Colheita de madeira**

Pode-se definir a colheita florestal, como um conjunto de atividades que ocorrem no interior do povoamento florestal, que envolve a preparação e a retirada da madeira até o local de transporte. O corte (derrubada, processamento e descascamento), o empilhamento e a extração da madeira, são fases da colheita florestal que podem representar até 50% dos custos totais da madeira, sendo o estágio mais importante do ponto de vista técnico - econômico (LOPES et al., 2008; MACHADO, 2008).

A colheita florestal é uma atividade complexa, podendo ser influenciada por fatores de ordem técnica, econômica, ambiental, ergonômica e social, que podem interferir na produtividade e nos custos da operação (BURLA et al., 2012). Por essa razão, um eficiente planejamento e controle das operações é essencial para redução dos custos, otimização do trabalho e melhoria na qualidade do produto (SANTOS et al., 2014).

Por ser a operação final de um ciclo de produção florestal, da qual são obtidos os produtos mais valiosos, a colheita florestal pode determinar a rentabilidade do empreendimento (ARCE et al., 2004). Portanto, torna-se necessário desenvolver técnicas que possibilitem maior beneficiamento da madeira com menor custo e perda de matéria-prima, intensificando a mecanização da colheita florestal (JACOVINE et al., 2001; SIMÕES et al., 2010).

De acordo com Lima e Leite (2014), o grau de declividade do terreno é uma das variáveis mais influentes na colheita florestal, sendo uma relação inversamente proporcional. Ou seja, conforme a elevação do grau de declividade, menor será o rendimento e maior será os custos referentes a esta atividade. Portanto, a colheita florestal em áreas acidentadas, demanda planejamento e detalhamento das operações, visando a utilização de máquinas e equipamentos específicos para essas condições (LIMA e LEITE, 2002).

## **2.3. Sistemas de colheita de madeira**

Malinovski et al. (2014), classifica os sistemas de colheita da madeira como o conjunto de processos e procedimentos inter-relacionados desde o corte até a disposição da madeira nas margens de estradas e/ ou pátios intermediários. Esse

conjunto de atividades, possibilita um fluxo ininterrupto de madeira, objetivando à racionalização e otimização dos recursos (MALINOVSKI, 2008).

Diversos sistemas de colheita e processamento da madeira podem ser utilizados conforme a espécie florestal, a idade do povoamento, o destino da matéria prima e as condições gerais da colheita. Portanto, para cada condição específica, existe um método de colheita mais recomendado para que se proceda com a colheita e o beneficiamento da madeira (SILVA et al., 2003).

Os sistemas empregados na colheita de madeira brasileira são: árvores inteiras (*full tree*), toras curtas (*cut to length*) toras longas (*tree length*) e árvores completas (*whole tree*) (LEITE, et al., 2014). De acordo com Billo (2019), apesar do consagrado sistema de cavaqueamento (*chipping*), o mesmo possui a mesma definição do sistema de árvores inteiras, entretanto são processadas na forma de cavacos.

Para determinar qual sistema e os maquinários utilizar, deve-se realizar estudos para detalhar os custos e rendimentos, infraestrutura de assistência técnica e treinamento dos operadores (MACHADO, 2014).

### **2.3.1. Sistema de árvores inteiras (*Full Tree*)**

Esse sistema baseia-se na derrubada de árvores no interior do talhão, sendo estas arrastadas para a margem do talhão ou pátio para serem processadas. O sistema de árvores inteiras, requer alto grau de mecanização e máquinas de grande porte, sendo que suas atividades podem ser realizadas tanto em regiões planas como declivosas (MALINOVSKI et al., 2014).

Além de ser utilizado para produção de celulose, o sistema de árvores inteiras é empregado também na produção de biomassa para energia, pois permite a utilização da casca, ramos e folhas. O risco de incêndios nesse sistema é inferior aos outros, uma vez que diminui os resíduos das áreas, deixando a área limpa (MALINOVSKI, 2008).

### **2.3.2. Sistema de toras curtas (*Cut to length*)**

O sistema de toras curtas é o mais utilizado no Brasil, sendo empregado principalmente na colheita de *Eucalyptus*, por empresas produtoras de celulose (MALINOVSKI et al., 2008). Esse é o método mais utilizado, por se tratar de um

sistema de alta produtividade, por reduzir os custos de produção, por facilitar o deslocamento em pequenas distâncias e por propiciar uma menor agressão ao solo (NOVAIS, 2006; LEITE, 2012).

No sistema de toras curtas, o processamento da árvore é feito no local da derrubada, sendo extraída para a margem da estrada ou para pátios temporários em toras de até 6 metros de comprimento (MALINOVSKI et al., 2002; GONÇALVES, 2011). Neste sistema, galhos e folhas são deixados no talhão, reduzindo o custo com transporte e diminuindo a extração de nutrientes do interior da floresta (MACHADO, 2014).

Malinovski et al. (2014), afirmam que este sistema permite a utilização de métodos manuais e semimecanizados. Entretanto, mesmo permitindo a utilização de menores declividades, os modais mais utilizados nesse caso são compostos por: colhedor-processador florestal (*Harvester*) que realiza a derrubada, o desgalhamento, o destopamento, o descascamento e o traçamento e em seguida o trator florestal autocarregável (*Forwarder*) que realiza a extração até a margem da estrada ou até o local de transporte (MACHADO, 2014).

#### **2.4. Colheita florestal em áreas declivosas**

Em regiões acidentadas, a colheita de madeira representa uma atividade de extrema dificuldade nos empreendimentos florestais, pois geralmente precisa ser executada sob condições adversas. Por esse motivo, o sistema de colheita nessas áreas, necessita de máquinas especiais para que a atividade ocorra com o mínimo impacto ambiental possível (BANTEL, 2010).

A declividade é um fator limitante à implementação de máquinas e equipamentos na colheita de madeira. Devido a este fato, a motosserra ainda é utilizada nessas operações. Entretanto, com a necessidade de aumentar a produtividade, grandes maquinários como o *Harvester* e *forwarder* passaram a ser utilizados nessas regiões (ROBERT et al., 2018).

Thees, Fruting e Fenner (2011), afirmaram que em locais com topografia acentuada, o rendimento da produtividade florestal mostrou-se menor, quando comparada a regiões planas. Portanto, se faz necessário desenvolver e implementar



tecnologias que elevem o rendimento dos maquinários no Brasil, e, conseqüentemente aumentar a produtividade e melhorar as condições de trabalho.

## 2.5. Colheita mecanizada

Sant'anna (2014), define a colheita mecanizada como o método totalmente mecanizado, onde se tem o emprego de maquinários que realizam todas as operações envolvidas nos processos da colheita. O aumento da demanda por produtos madeireiros, juntamente com o crescimento da produtividade das atividades florestais, foi incentivado pelo surgimento de novas máquinas e equipamentos (SOUZA, 2001)

Para Machado (2008), as empresas florestais faziam pouco uso da mecanização nas operações florestais no início das atividades de reflorestamento. Porém, na década de 90, com a abertura das importações, aumento do custo da mão-de-obra e da necessidade de realizar as atividades de maneira mais ergonômica e com maior eficiência, as empresas passaram a implementar a mecanização na colheita de maneira mais significativa.

Durante as últimas décadas houve um grande avanço tecnológico em relação às máquinas florestais, permitindo ganhos de produtividade e redução dos custos. As máquinas de colheita de madeira se dividem em máquinas de corte e máquinas de extração florestal (MACHADO et al., 2014; FIEDLER, OLIVEIRA, 2018).

O desenvolvimento tecnológico permitiu a introdução de máquinas com design ergonômico; máquina com cabeçote de corte e acumulador (*Feller-buncher*), que permitem fazer feixes para o arraste; e máquinas com cabeçote de corte e processador (*Harvester*), permitindo maior progresso do setor florestal brasileiro (MACHADO, 2014).

De acordo com Lima e Leite (2002), os tratores florestais utilizados na colheita mecanizada possuem recursos que os deixam muito à frente dos tratores agrícolas. Tais maquinários são pesados e de grande porte, com elevada potência e maior capacidade de deslocamento, aumentando sua eficiência operacional. As máquinas mais utilizadas para a colheita de madeira pelo sistema *Cut to Length*, são o colhedor florestal (*Harvester*) e o trator florestal autocarregável (*Forwarder*).

### 2.5.1. *Harvester*

*Harvester* é um colhedor florestal, que realiza as operações de corte florestal, possuindo a capacidade de efetuar o processamento da madeira ainda no local de abate, sendo um trator derrubador, desgalhador, traçador e empilhador, como demonstrado na figura 1. (MALINOVSKI e MALINOVSKI, 1998; BURLA, 2008; ROBERT, 2018).



Figura 1: *Harvester de pneus*.

Fonte: John Deere.

No caso do *one grip Harvester*, o cabeçote corta, desgalha e traça, e para o *two grip Harvester* o cabeçote somente tem a função de corte, estando sobre o eixo traseiro da máquina base os implementos para desgalhamento e traçamento (MALINOVSKI; MALINOVSKI, 1998).

As principais características do *Harvester* são um conjunto motriz de alta mobilidade e boa estabilidade, cabine devidamente fechada, permitindo a movimentação de 180° de giro, contendo proteção contra quedas de galhos e árvores. O *Harvester* pode ter base de esteiras ou pneus. O *Harvester* de pneu apresenta maior velocidade e facilidade de locomoção, entretanto provoca maior compactação do solo. Já o *Harvester* de esteira, apesar de apresentar menor velocidade de locomoção, possui maior estabilidade em terrenos inclinados (ROBERT, 2018).

A capacidade produtiva do *Harvester* pode ser influenciada por fatores de ordem técnica e ambiental. Os motivos que mais interferem na colheita são as condições climáticas, como o vento e a chuva, características topográficas, e,

atributos da própria árvore, como o diâmetro, tamanho dos galhos e da copa, peso e qualidade da madeira (SEIXAS, 2007).

### 2.5.2. *Forwarder*

O *forwarder* é um trator florestal autocarregável, sendo seu carregamento e descarregamento realizado por meio de uma grua com garra hidráulica. Essa máquina pode ter rodados de esteira, semi-esteiras e pneu com tração 4x4, 6x6, 8x8 e 10x10 (ROBERT, 2018).

De acordo com Robert (2018), o *forwarder* possui um compartimento de carga que permite o empilhamento de toras com capacidade de carga entre 10 à 25 toneladas, dependendo do porte e potência dos motores, com uma produtividade média de 30 m<sup>3</sup>.he<sup>-1</sup> (Figura 2).



Figura 2: *Forwarder*.

Fonte: John Deere.

Este trator florestal foi projetado para trabalhar no sistema de toras curtas. Apesar de não serem velozes, os *forwarder's* possibilitam superar condições adversas nos povoamentos florestais e com bom desempenho em áreas com declividades medianas. A velocidade não é um fator essencial desta máquina florestal. Em decorrência da sua utilização no carregamento e descarregamento da madeira, ela se destaca em superar condições adversas no campo (SEIXAS, 2007).

Esta máquina permite ser equipada com guincho de tração auxiliar (GTA), permitindo atividade em regiões com declividade superior a 27°. Com o ancoramento do *forwarder*, sua produtividade diminui, devido ao tempo para realizar a ancoragem

do trator e também pelo fato de que a máquina fica impossibilitada de realizar manobra para “serpentar” o talhão sem que ocorra perda de tempo operacional por ter que retornar ao ponto de ancoragem (ROBERT, 2018).

### 2.5.3. Guinchos de tração auxiliar

O guincho de tração auxiliar (GTA) ajuda na redistribuição da potência do equipamento, transferindo tração das rodas para outro ponto de ancoragem. Esta tecnologia possibilita a utilização do *Harvester* e *Forwarder* em áreas com declividades acentuadas (FÉLIX, 2015; ROBERT et al., 2013).

A utilização do GTA, permitiu a locomoção de máquinas como *Harvester* e *forwarder* em locais nunca transpostos por máquinas sobre rodas ou esteiras. Os maquinários ao serem equipados com os guinchos, são ancorados em árvores ou âncoras artificiais previamente escolhidas, como mostra a Figura 3, que permitem uma operação com maior segurança (FÉLIX, 2015).

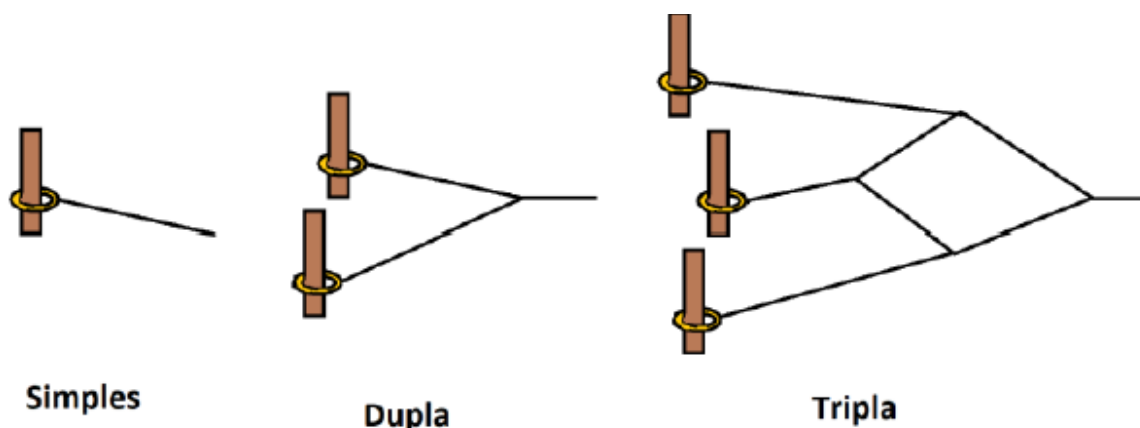


Figura 3: Métodos de ancoragem dos GTA's.

Fonte: O autor.

A introdução do GTA no Brasil, é algo recente, sendo utilizado nas mesmas máquinas que realizam as atividades de colheita de madeira em áreas planas, porém adaptadas com guinchos de tração para uso em regiões com declividades superiores a 27° (LOPES et al., 2016).

## 2.6. Geotecnologias

As geotecnologias, são para Rosa (2005), um conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência geográfica. As geotecnologias podem facilitar o processo de análise e manipulação de informações em grandes áreas.

O geoprocessamento refere-se a um conjunto de informações relacionadas e agrupadas em relação à superfície terrestre, através de um sistema de coordenadas, que pode ser Geográfico e/ou UTM (ROSA, 2005). Destaca-se entre as geotecnologias mais avançadas e de baixo custo o sistema de posicionamento global, o sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas (FERRARI,2012).

Atuando de maneira conjunta, o Sensoriamento Remoto e o Sistema de Informações Geográficas, permitem obter um panorama do uso e ocupação da terra através de um conjunto multitemporal (FLORENZANO, 2002). A utilização de ferramentas de geoprocessamento, permite gerar informações uteis com relação ao ambiente, por meio de análises geográficas obtidas, processando as imagens e realizando a modelagem do terreno (ALBUQUERQUE, 2009).

Os mapas de uso e ocupação gerados pelas geotecnologias, são resultados dos dados da topografia e de aerofotografias obtidas de satélites. Conforme a caracterização do solo, pode-se criar diferentes classes para uso e ocupação do solo, classificando-as em áreas agrícolas/florestais, massas d'água, edificações, afloramento rochosos, entre outros (ALBUQUERQUE,2009)

O ArcGis®10.3 é um *software* que coleta, edita, armazena e gerencia dados espaciais. É uma ferramenta que permite ser utilizada em diversas áreas, propiciando a utilização de técnicas específicas para cada atividade executada (ROSA et al., 2014).

O setor florestal tem feito uso de ferramentas de geotecnologia, como o Sensoriamento Remoto (SR) e Sistema de Informações Geográficas (SIG), visando o planejamento e a otimização da colheita de madeira. Por meio destas ferramentas é possível determinar as áreas de plantios, as regiões aptas a implementação da colheita de madeira mecanizada, e o momento adequado para iniciar e encerrar as operações (LIMA e LEITE, 2014).

As operações referentes à colheita de madeira representarem 50% de todos os custos gerados nas atividades florestais, a utilização das geotecnologias na colheita, tem se mostrado eficiente, permitindo reduzir os custos e aumentar a produtividade. Entretanto, apesar da eficiência, as ferramentas de geotecnologia ainda são pouco utilizadas para solucionar problemas referente a colheita (MACHADO e LOPES, 2008).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Área de estudo

A área de estudo é composta pelo estado do Espírito Santo (ES), situado na região Sudeste do Brasil, entre os meridianos de 39°39'36" a 41°52'12" longitude Oeste de Greenwich e os paralelos de 17°53'24" a 21°18'00" de latitude Sul. Conforme o IBGE (2019), o estado tem uma população de 3.514.952 habitantes, contendo 78 municípios, e faz divisa com estados da Bahia, Minas Gerais e Rio de Janeiro (Figura 1).

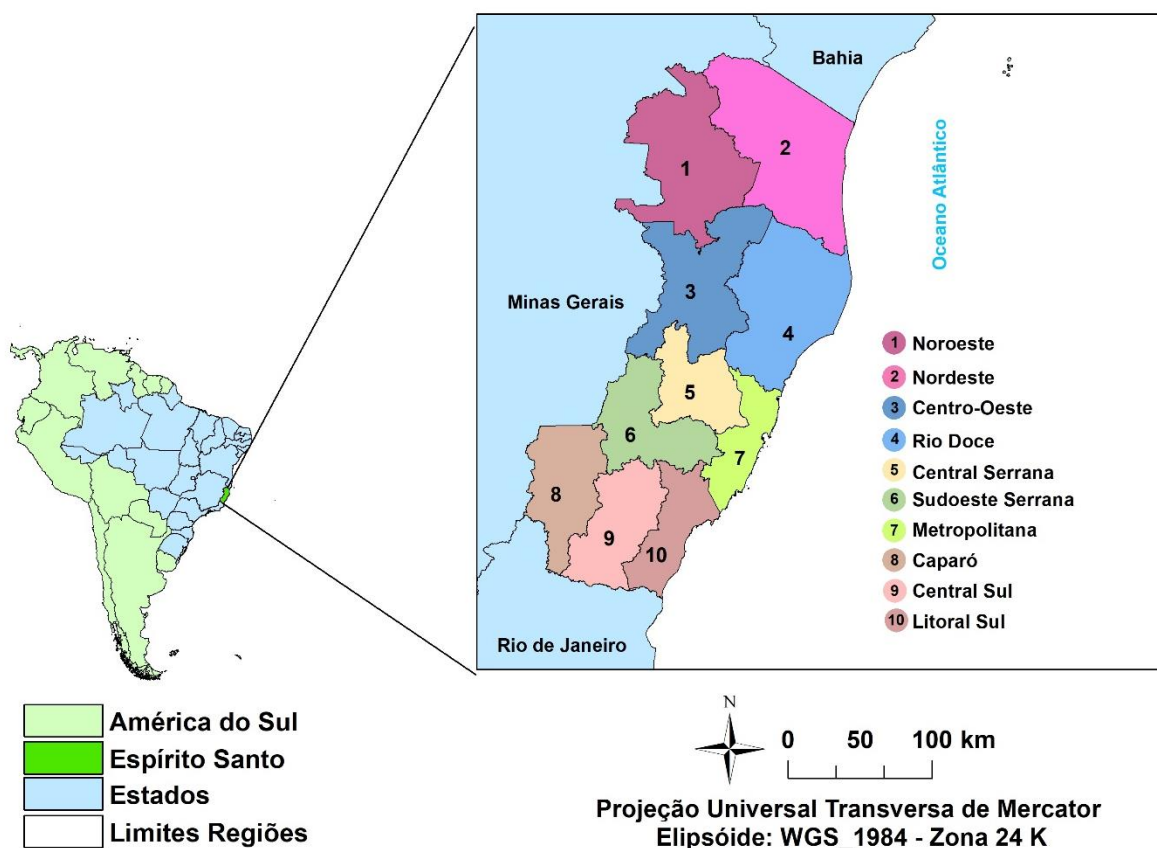


Figura 4: Localização geográfica do estado do Espírito Santo, Brasil.

Fonte: O autor.

O Estado está situado na região tropical e possui um clima quente e chuvoso sem a presença de uma estação fria definida (ANTONGIOVANNI e COELHO, 2005). Conforme a classificação de *Köppen*, o Espírito Santo se encaixa nas zonas climáticas A e C, sendo a primeira quente e úmida e a segunda tropical de altitude. O estado ainda pode ser classificado de acordo com seu clima, em Am, Aw, CFa, CFb, CWa e CWb (SIQUEIRA et al., 2004; SEAG, 2008).

A classificação das microrregiões de planejamento utilizadas neste trabalho foi baseada na Lei Estadual nº 9.768 de 2011, que subdivide as regiões em macro (Metropolitana, Norte, Central e Sul) e microrregiões (Metropolitana, Central Serrana, Sudoeste Serrada, Litoral Sul, Central Sul, Caparaó, Rio Doce, Centro-Oeste, Nordeste e Noroeste).

### **3.2. Software utilizado**

Todas as etapas utilizadas no processo de manipulação de dados, como o cruzamento e criação de mapas e geração de saídas gráficas envolveram o *software* ArcGis® versão 10.3, utilizando as ferramentas *Analysis Tools, Data Manage tools, Conversion Tools* e *Spatial Analyst* no ArcMap.

### **3.3. Base de dados**

Para o zoneamento das regiões aptas para implementação da colheita de madeira mecanizada, foram utilizadas informações referentes à declividade e ao uso e ocupação da terra. Os mapas de limites de estado e microrregiões foram fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Arquivos de extensão *shapefile* contendo os polígonos de uso e ocupação da terra para o estado do Espírito Santo dos anos de 2012 a 2015 foram obtidos junto ao Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA). Para o mapeamento, o IEMA utilizou ortofotos com escala de 1:25.000 e resolução espacial de 25 cm.

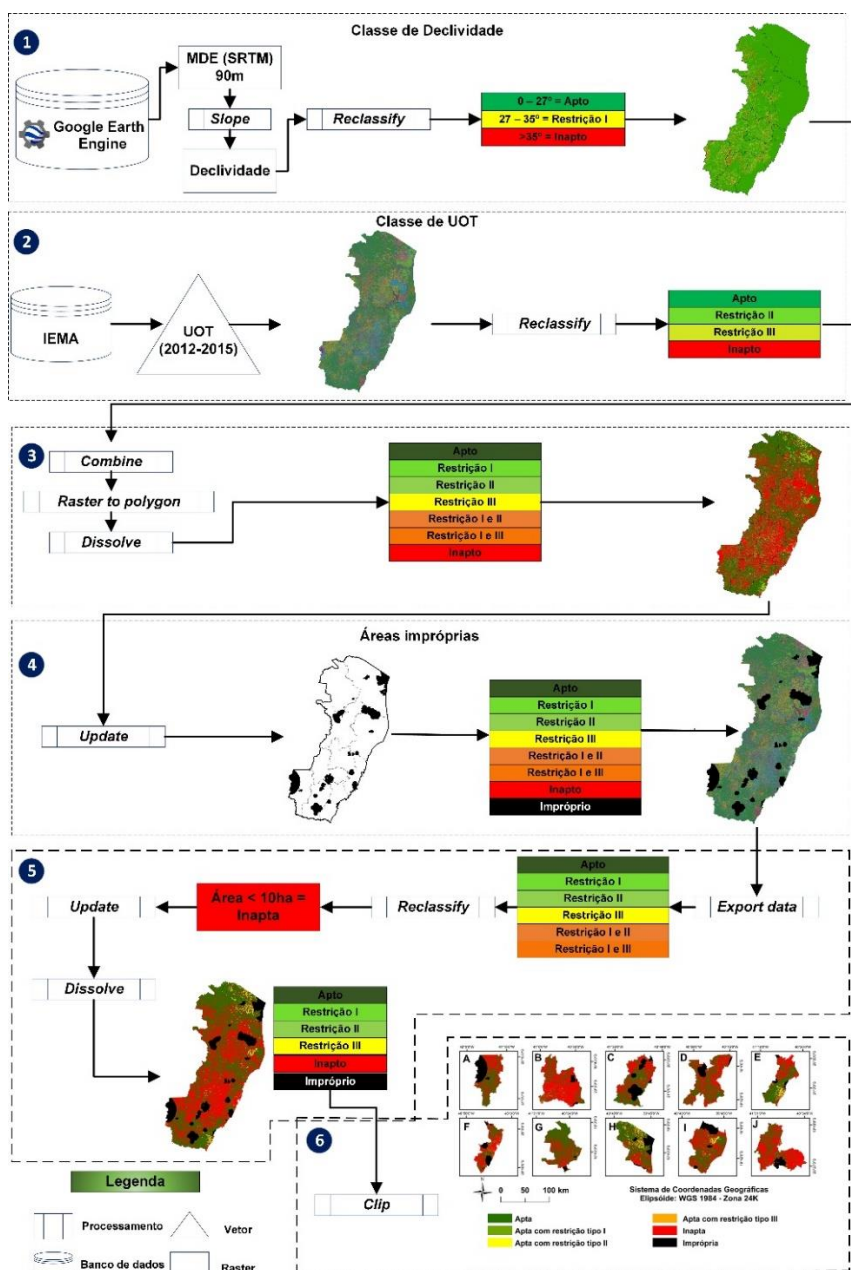
As imagens matriciais provenientes do radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), com resolução espacial de 90m corrigida cartograficamente no sistema de coordenadas UTM, datum WGS 1984, foram obtidas no *Google Earth Engine*.

A partir de dados de coordenadas geográficas contidos nos planos de manejo, fornecidos pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), foram confeccionadas as zonas de amortecimento para as Unidades de Conservação (UCs) Federais. Para as UCs que não haviam dados referentes a seu plano de manejo, foi dado um *Buffer* de 3km, como recomendado pela Resolução CONAMA nº 428 de 17 de dezembro de 2010. Enquanto os arquivos para as áreas e zonas de



amortecimento das Unidades de Conservação estaduais foram disponibilizados pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA).

A Figura 5, representa uma visão geral das etapas metodológicas realizadas desde a obtenção dos dados até o zoneamento para implementação da colheita mecanizada.



- 1** Elaboração das classes de declividade para o estado do Espírito Santo.
- 2** Classificação das áreas aptas conforme as informações de uso e ocupação do estado.
- 3** Cruzamento entre os dados dos mapas de declividade e uso e ocupação da terra.
- 4** Definição das áreas classificadas como impróprias.
- 5** Implementação da restrição por tamanho de área nas classes aptas.
- 6** Confeção do mapa final à implementação da colheita de madeira mecanizada conforme cada microrregião do estado do Espírito Santo.

Figura 5: Fluxograma metodológico.

Fonte: O autor.

### 3.4. Declividade

Foi aplicada a ferramenta *SLOPE* (*Spatial Analyst Tools > Surface > Slope*) para a elaboração do mapa clinográfico do estado do Espírito Santo, em graus. Após realizado esse procedimento aplicou-se a ferramenta *RECLASSIFY* (*Spatial Analyst Tools > Reclass > Reclassify*), com o objetivo de reclassificar as categorias de declividade, com base nas potencialidades dos sistemas de colheita mecanizadas. As novas classes estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Classes de aptidão de declividade seguidas da descrição do relevo.

<b>Classes de declividade (°)</b>	<b>Descrição do terreno</b>	<b>Aptidão</b>
0 - 27	Plano a ondulado	Apta
27,1 - 35	Acidentado	Apta com restrição tipo I
> 35	Declivoso	Inapta

Fonte: Robert et al., (2013) e Lopes et al., (2016), adaptado pelo autor.

A classe de aptidão de declividade de 0 a 27° se mostra apta a implementação da colheita de madeira mecanizada sem a utilização de cabos de tração, mantendo-se uma boa produtividade, conforme citado por Robert et al., (2013).

Para regiões com declividade entre 27,1 – 35°, a colheita mecanizada torna-se possível com a utilização de guinchos de tração auxiliar - GTA, conforme Lopes et al., (2016). Entretanto, para áreas com declividade superior a 35°, a mecanização não é possível, pois inviabiliza a utilização dos maquinários destinados a essas atividades.

### 3.5. Uso e ocupação da terra

As informações de uso e ocupação da terra, permitiram compreender a organização do espaço geográfico do estado do Espírito Santo, possibilitando a discretização das seguintes classes: Afloramento rochoso, área edificada, brejos, cultivo agrícola anual e perene, massa d'água, mangue, restinga, extração mineral, solo exposto, reflorestamento, pastagem, macega, campo rupestre e outros.

Para determinar a influência de cada classe na implementação da colheita mecanizada na área de estudo, foram calculados os valores da tabela de atributos

determinando a área de cada classe. Em sequência, o arquivo vetorial poligonal foi convertido em formato matricial.

O uso e ocupação do solo no estado do Espírito Santo, foi classificado de acordo com a aptidão aos cultivos florestais, conforme demonstrado no Quadro 1.

Tabela 2: Aptidão às culturas florestais, conforme o uso e cobertura Da terra do Estado do Espírito Santo.

<b>Uso e cobertura do solo</b>	<b>Aptidão</b>
Solo exposto; reflorestamento (pinus, eucalipto e seringueira); pastagem; macega.	Apto
Agricultura anual.	Apto com restrição tipo II
Outros.	Apto com restrição tipo III
Mata nativa; afloramento rochoso; edificações; brejos; agricultura perene; extração mineral; massas d'água; mangue e restinga; campo rupestre.	Inapto

Fonte: O autor.

As áreas consideradas aptas (solo exposto, reflorestamento de eucalipto e pinus, pastagem e macega) permitem o cultivo florestal, pois tratam-se de locais disponíveis para plantio e condução.

Algumas regiões são aptas ao plantio florestal, entretanto apresentam limitações como a agricultura anual (apta com restrição tipo II) e locais que não puderam ser identificados na fotointerpretação (apta com restrição tipo III). Na primeira situação, é possível cultivar espécies florestais, caso as culturas agrônômicas utilizadas sejam substituídas pelo reflorestamento ao fim de seu ciclo. Porém, na restrição tipo III, faz-se necessário verificar as reais condições do local, sendo preciso trabalho em campo para analisar a possibilidade de implementar um plantio florestal, uma vez que não foi possível verificar a verdadeira condição da área por meio da fotointerpretação.

Locais com presença de mata nativa, afloramento rochoso; edificações; brejos; agricultura perene; extração mineral; massas d'água; mangue; campo rupestre e restinga, foram classificados como inaptos para o cultivo florestal, pois são regiões da

superfície ocupadas para atividades comerciais, áreas destinadas a conservação e preservação ou com solos rasos e pedregosos.

Áreas com a presença de Unidades de Conservação Federal e Estadual, juntamente com suas zonas de amortecimento, foram consideradas inaptas, por serem áreas destinadas a proteção ambiental.

### **3.6. Elaboração do zoneamento**

Utilizando o *software* ArcGis 10.3 foi realizado a combinação dos mapas de declividade com o mapa de uso e ocupação da terra do Estado do Espírito Santo. Através da ferramenta *Combine* inserida no *ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Local > Combine*, gerou-se um arquivo contendo informações referentes a cada classe de restrição.

### **3.7. Vetorização da imagem matricial**

O processo de conversão dos dados matriciais em dados vetoriais, para o cálculo das áreas aptas e inaptas para implementação da colheita de madeira no estado do Espírito Santo, foi executado através do *software* Arcgis 10.3 utilizando a ferramenta Raster to Polygon (*ArcToolbox > Conversion Tools > From Raster > Raster to Polygon*). Após a vetorização da imagem matricial foi obtido 325.125 polígonos. Entretanto, após serem dissolvidos (*Data Management Tools > Dissolve*), obtiveram-se 5 classes sem repetições.

Para elaboração das áreas impróprias para implementação da colheita de madeira no ES, seguiu-se a metodologia de Santos (2015) considerando as Unidades de Conservação (UCs) e suas respectivas zonas de amortecimento. Para as UCs que apresentam plano de manejo, foram tabuladas as suas coordenadas geográficas no *Excel* e posteriormente foi importando para o *ArcGis*, sendo convertidas em ponto (*Feature to Point*) e em sequência em polígonos. Entretanto, para UCs que não apresentavam plano de manejo, foi aplicado um *Buffer* de 3km. Em seguida, aplicou-se a ferramenta *update* (*Analysis Tools > Overlay > Update*). Utilizando as ferramentas *Calculate Geometry* e *Field Calculator*, foram calculadas a área em hectares (ha) e a porcentagem (%) das classes de zoneamento.

O tamanho da área também pode ser considerado como uma restrição à implementação da mecanização na colheita de madeira. Em nosso estudo, regiões com tamanho inferior a 10 ha serão classificadas como inaptas, pois fazer uso de grandes máquinas em áreas com dimensões menores a esta, são inviável economicamente.

Portanto, a partir das informações geradas anteriormente, realizou-se um *Export Data* nas classes aptas (apta, apta com restrição tipo I, apta com restrição tipo II e apta com restrição tipo III). Posteriormente, os dados foram reclassificados através da ferramenta *Reclassify*, para que as áreas <10 ha se tornassem inaptas à mecanização. Em sequência, utilizou-se a ferramenta *Update* para agregar as novas classes de aptidão à tabela de atributos antiga.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Classes de declividade

As classes de aptidão referentes a declividade para o estado do Espírito Santo, são demonstradas na Figura 6.

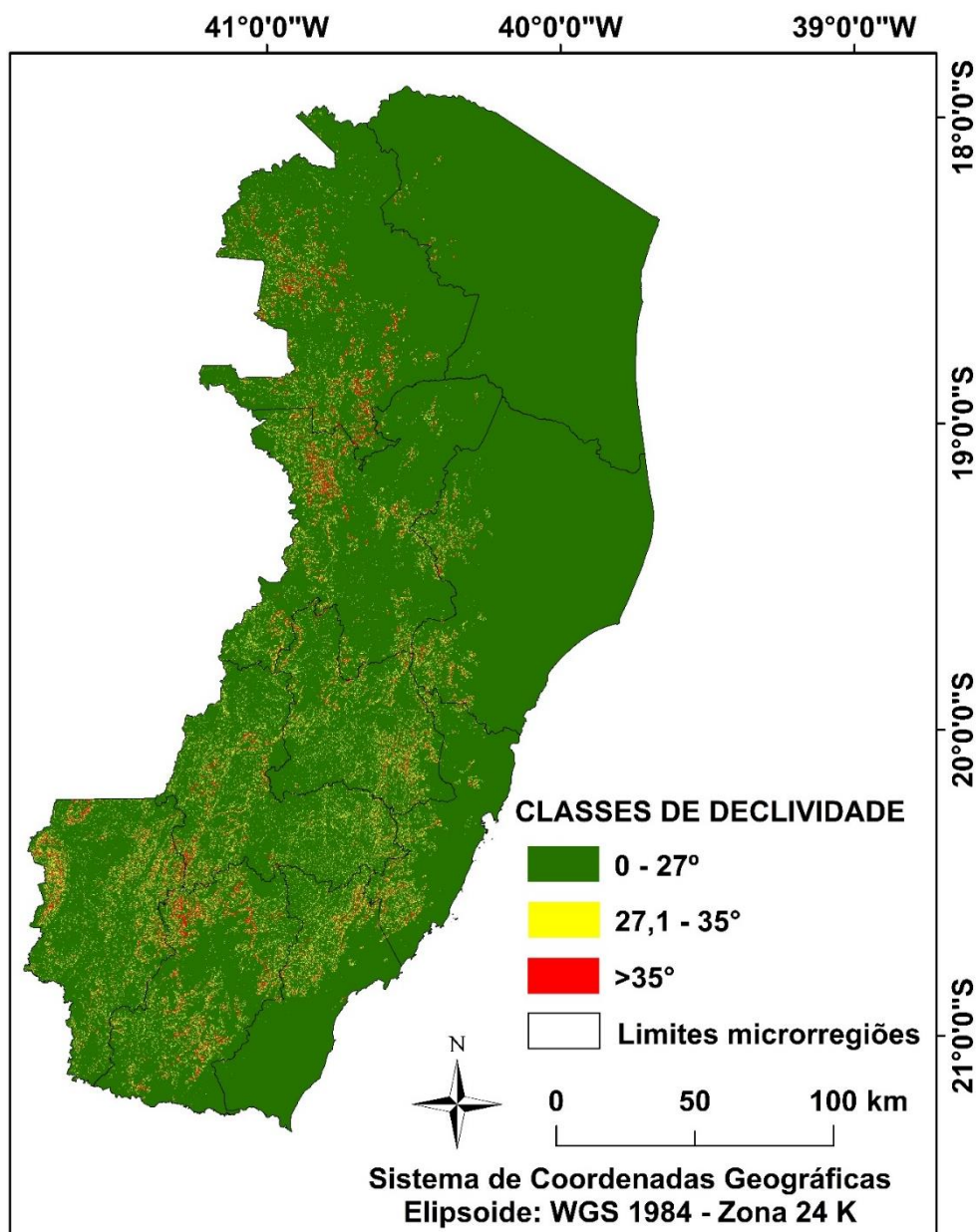


Figura 6: Caracterização das classes de declividade para o estado do Espírito Santo.

De acordo com os resultados, a classe de aptidão com declividade de 0 – 27° (92,82% da área do estado) está presente em todas as microrregiões, com maior destaque nas localidades próximas ao litoral (Nordeste, Rio Doce, Metropolitana e Litoral Sul). Enquanto 5,21% da área do estado, representa a classe de aptidão com

declividade entre 27,1 – 35°, podendo destacar as microrregiões Centro-Oeste, Sudoeste Serrana, Central Sul e Caparaó. Observa-se ainda que 1,97% da área não permite a utilização da mecanização no processo de colheita, pois trata-se de regiões com declividade superior a 35° (Tabela 3).

Tabela 3: Classes de declividade para o estado do Espírito Santo e suas respectivas áreas.

<b>Declividade (°)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
0 - 27	4.276.276,33	92,82
27,1 - 35	239.998,29	5,21
> 35	90.584,14	1,97
<b>TOTAL</b>	<b>4.606.858,76</b>	<b>100,00</b>

Fonte: O autor.

A implementação da mecanização na colheita de madeira, permitirá melhorar as condições de trabalho, propiciando maior segurança aos trabalhadores, elevará a produtividade do setor florestal, oferecendo novas alternativas para o plantio e colheita de árvores.

Nas regiões com declividade entre 27,1 e 35°, as atividades mecanizadas só poderão ser realizadas utilizando o guincho de tração auxiliar (GTA). Esta tecnologia permite que a tração seja melhor distribuída entre os pontos de ancoramento, evitando que as rodas patinem, possibilitando o deslocamento com segurança da máquina morro a baixo. O GTA, viabilizará o tráfego de tratores florestais em áreas que antes intransitáveis.

#### **4.2. Classes de uso e ocupação da terra**

A distribuição espacial das 16 classes de uso e ocupação da terra para o Espírito Santo é apresentada na figura 7, onde é possível destacar a utilização do solo para o cultivo de pastagens.

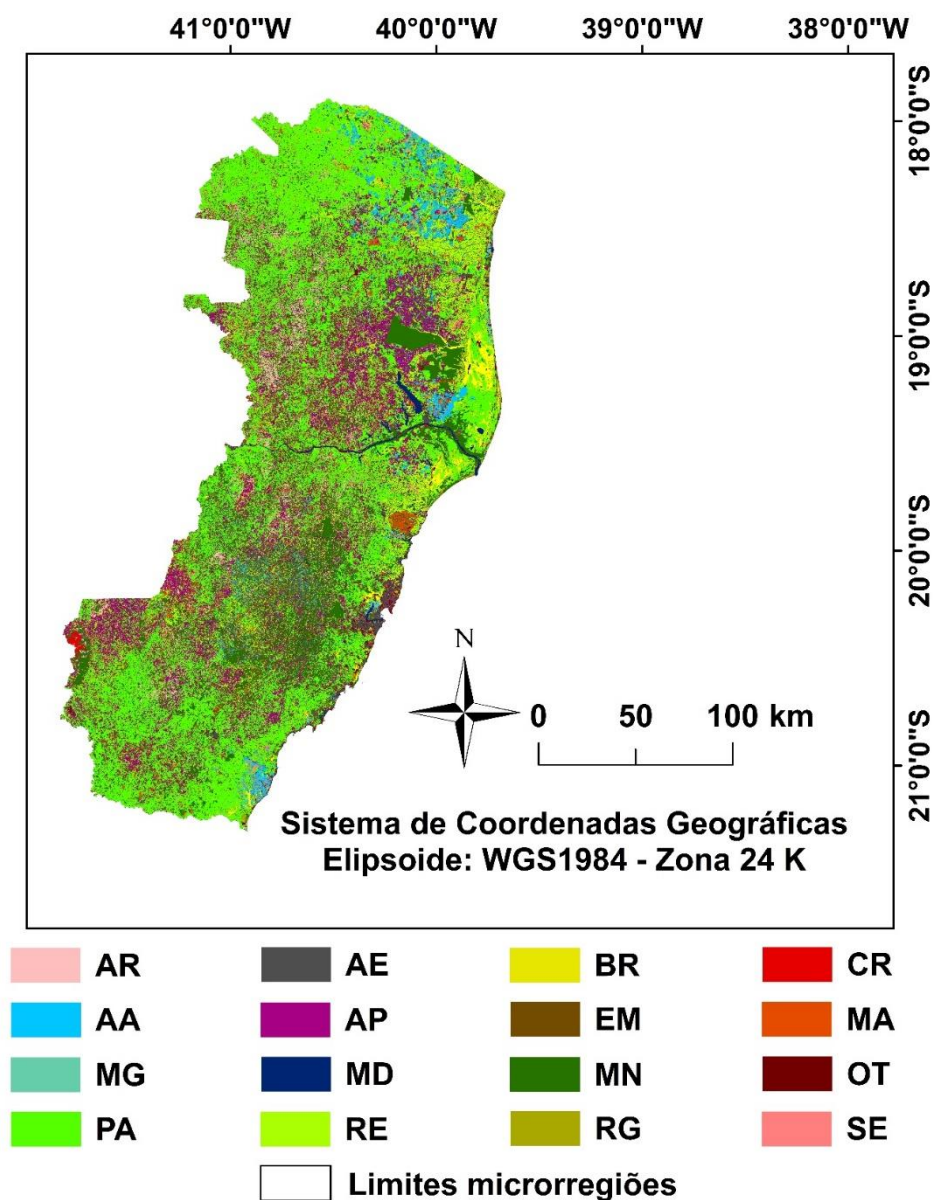


Figura 7. Mapa de uso e ocupação do solo para o estado do Espírito Santo. Em que, AR: Afloramento Rochoso; AE: Área Edificada; BR: Brejo; CR: Campo Rupestre; AA: Agricultura Anual; AP: Agricultura Perene; EM: Extração Mineral; MA: Macega; MG: Mangue; MD: Massa D'água; MN: Mata Nativa; OT: Outros; PA: Pastagem; RE: Reflorestamento; RG: Restinga e SE: Solo Exposto.

As áreas destinadas as matas nativas, representam 22,09% do território do estado, como demonstra a Tabela 4. O Espírito Santo está inserido no bioma Mata Atlântica, e conforme Mendes et al. (2014), este é um dos cinco biomas com maior prioridade de preservação mundial, portanto, as regiões ocupadas pelas matas nativas tornam-se inaptas à implantação de florestas plantadas.



Tabela 4: Áreas ocupadas pelas classes de uso e ocupação do solo no estado do Espírito Santo.

<b>Uso e ocupação da terra</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
Afloramento rochoso	132.727,56	2,88
Área edificada	42.846,64	0,93
Brejo	125.262,04	2,72
Campo rupestre	7.499,39	0,16
Cultivo agrícola (anuais)	150.213,38	3,26
Cultivo agrícola (perenes)	509.408,46	11,06
Extração mineral	4.489,00	0,10
Macega	217.890,61	4,73
Mangue	8.134,52	0,18
Massa d'água	61.577,89	1,34
Mata nativa	1.017.602,31	22,09
Outros	136.392,59	2,96
Pastagem	1.801.503,18	39,10
Reflorestamento	325.678,25	7,07
Restinga	13.095,37	0,28
Solo exposto	52.537,57	1,14
<b>TOTAL</b>	<b>4.606.858,76</b>	<b>100,00</b>

Fonte: O autor.

Já as florestas plantadas, representadas principalmente pelas espécies de eucalipto, pinus e seringueira, ocupam 7,07%, das terras capixabas. Os plantios de pinus ocupavam 2.500 ha das terras do estado, enquanto as espécies de eucalipto 233.760 ha no ano de 2016 (IBA, 2017). Entretanto, a área cultivada por eucalipto poderia ser maior, pois de 2001 a 2007, a Lei Estadual nº 6.780, de 03 de outubro de 2001 impedia o plantio de eucalipto para produção de celulose em todo o estado, limitando a expansão dessa cultura.

A agricultura é uma atividade econômica significativa no Espírito Santo, sendo que o cultivo de espécies agrícolas perenes, ocupam 11,06% do estado. De acordo com o Incaper (2019), a principal atividade agrícola do estado é a cafeicultura, estando

presente em todos os municípios capixabas, exceto Vitória. Na agricultura perene, além do café, pode-se destacar a produção de coco e mamão.

Áreas com predomínio do cultivo agrícola de ciclo longo, são caracterizadas como inaptas. A substituição destas culturas, como por exemplo o café, por espécies florestais, é dificultado por laços históricos que são passados entre as gerações das famílias capixabas, sendo que a cafeicultura fez parte da evolução histórica do Espírito Santo.

O Espírito Santo apresenta 2,88% de seu território coberto por afloramentos rochosos. Entre os mais famosos estão a Serra do Caparaó, onde está localizado o Pico da Bandeira com 2.892m de altura, o Pico do Forno Grande (2.070m) e a Pedra Azul (1.822m), localizados respectivamente nas microrregiões do Caparaó e Sudoeste Serrana. Mais ao norte do estado, na microrregião Noroeste destaca-se os Pontões Capixabas (SETUR, 2019). Nas áreas com predominância dos afloramentos rochosos, a implementação da mecanização nas atividades florestais é inapta, pois trata-se de locais com elevada altitude e declividade, e em muitos casos, essas terras são utilizadas como unidades de conservação.

As Unidades de Conservação, juntamente com suas zonas de amortecimento representam 10.53% da área útil do estado, entretanto, apresentam outras classes de uso e ocupação da terra em seu interior. Estas regiões são destinadas a conservação e com regime de administração especial como determina a Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Portanto, estas áreas foram classificadas como impróprias para implementação da mecanização.

As áreas com solo exposto (1,14%), podem se tornar um problema, pois a terra fica desprotegida, mais susceptível a erosão e a degradação do solo e em muitos casos pode ocorrer a desertificação do local. Implementar árvores nessas regiões evitará que este problema ocorra, e conseqüentemente ajudará a aumentar a produtividade do setor florestal.

### **4.3. Aptidão a implementação da colheita mecanizada**

Na Tabela 5, é apresentado as classes de aptidão à implementação da colheita de madeira no Espírito Santo. O estado apresenta 44,00% do seu território apto à implementação mecanização, sem a necessidade de utilizar guinchos de tração

auxiliar, pois trata-se de regiões com declividade inferior a 27° e com uso e ocupação do solo que permitem o cultivo de florestas e suas atividades afins.

Tabela 5: Classes de aptidão à implementação da colheita mecanizada no estado do Espírito Santo.

<b>Aptidão</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
Apto	2.027.161,35	44,00
Apto com restrição tipo I	3.296,05	0,07
Apto com restrição tipo II	92.338,40	2,00
Apto com restrição tipo III	25.952,86	0,56
Áreas impróprias	485.100,45	10,53
Inapto	1.973.009,65	42,83
<b>Total</b>	<b>4.606.858,76</b>	<b>100,00</b>

Fonte: O autor.

Em contrapartida, 42,83% das terras capixabas são inaptas para utilização da colheita mecanizada, pois trata-se de áreas com declividade superior a 35° e que não permitem a utilização dos maquinários necessários para esta atividade ou por se tratar de áreas já ocupadas e destinada a outra finalidade. Além disso, 10,53% do estado são impróprias para as atividades florestais, pois são áreas de Unidades de Conservação e suas respectivas Zonas de Amortecimento.

De modo geral, as microrregiões Noroeste e Nordeste destacam-se entre as regiões aptas à mecanização, com 62,80% e 52,77% de suas respectivas áreas, como pode ser observado na tabela 6.

Tabela 6: Classes de aptidão à mecanização da colheita de madeira, distribuídas de acordo com cada microrregião.

Microrregiões										
Aptidão	Caparaó		Central Serrana		Central Sul		CentroOeste		Litoral Sul	
	Área (ha)	Porcentagem (%)	Área (ha)	Porcentagem (%)	Área (ha)	Porcentagem (%)	Área (ha)	Porcentagem (%)	Área (ha)	Porcentagem (%)
Apto	145020,82	37,84	75544,02	25,46	149740,54	40,11	244356,69	43,60	140865,49	50,51
Apto com restrição tipo I	811,95	0,21	98,42	0,03	402,06	0,11	764,26	0,14	389,62	0,14
Apto com restrição tipo II	129,60	0,03	3601,72	1,21	469,92	0,13	835,12	0,15	12757,13	4,57
Apto com restrição tipo III	1025,46	0,27	502,23	0,17	1857,38	0,50	2449,27	0,44	1817,81	0,65
Áreas impróprias	94269,99	24,60	9479,42	3,19	75160,82	20,13	42077,60	7,51	13952,97	5,00
Inapto	142022,71	37,05	207486,04	69,93	145681,14	39,02	269937,78	48,17	109097,82	39,12

Aptidão	Metropolitana		Nordeste		Noroeste		Rio Doce		Sudoeste Serrana	
	Área (ha)	Porcentagem (%)	Área (ha)	Porcentagem (%)	Área (ha)	Porcentagem (%)	Área (ha)	Porcentagem (%)	Área (ha)	Porcentagem (%)
Apto	69937,78	30,20	422912,75	52,77	398750,27	62,80	268431,78	40,43	111594,72	29,19
Apto com restrição tipo I	52,75	0,02	0,00	0,00	169,19	0,03	84,58	0,01	516,73	0,14
Apto com restrição tipo II	213,28	0,09	55743,44	6,96	633,38	0,10	16040,67	2,42	1907,65	0,50
Apto com restrição tipo III	9506,32	4,11	2357,98	0,29	1401,58	0,22	3833,81	0,58	1194,53	0,31
Áreas impróprias	33854,13	14,62	98111,94	12,24	11968,37	1,88	79446,33	11,97	26772,40	7,00
Inapto	117989,38	50,96	222309,36	27,74	222035,86	34,97	296087,52	44,60	240355,56	62,86

Fonte: O autor.

As microrregiões Noroeste e Nordeste, situam se próximas as grandes indústrias de papel e celulose, presentes na cidade de Aracruz-ES e no Extremo Sul da Bahia. Além disso, algumas cidades dessas regiões como Conceição da Barra e São Mateus, estão entre as 20 maiores cidades produtoras de madeira em torete para papel e celulose (IBGE, 2015; IBGE, 2016). A alta proporção de áreas com declividade entre 0 e 27°, garantem maior nível de mecanização nas microrregiões Nordeste e Noroeste e conseqüentemente maiores produtividades são alcançadas.

O Litoral Sul capixaba, apresenta 50,51% de suas terras propícias a mecanização florestal. De acordo com o Instituto de Apoio à Pesquisa e ao Desenvolvimento Jones dos Santos Neves (2000), cerca de 58,3% das terras produtivas dessa microrregião é coberta por pastagem.

A região Metropolitana apresentara 50,96% de suas áreas como inaptas a implementação da colheita mecanizada. Dados do IBGE (2019), afirmam que cerca de 49% de toda a população capixaba vive nos 7 municípios dessa microrregião e conseqüentemente essa apresenta grande parte de seu território ocupado por edificações.

O Espírito Santo é um estado litorâneo, que contempla a presença de mangue e restinga ao longo do litoral, o que justifica a necessidade de preservar esses ambientes. Tais características reduzem a implementação de povoamentos florestais, caracterizando estas regiões com influência do mar como inaptas.

Outras microrregiões que apresentam elevados percentuais de áreas inaptas à mecanização, são a Central Serrana (69,93%) e Sudoeste Serrana (62,86%). A presença de um relevo mais acidentado e com presença de afloramentos rochosos, faz com que essas microrregiões apresentem áreas com declividade superior a 35°, impossibilitando a utilização de máquinas de grande porte.

Todas as regiões do estado, com exceção do Nordeste permitem a utilização do guincho de tração auxiliar – GTA (apta com restrição tipo I), correspondendo a 3.296,05 ha, representando menos de 1% de toda a área do Espírito Santo (Tabela 5). Entretanto, as microrregiões Caparaó (811,95 ha), Centro Oeste (764,26 ha), Sudoeste Serrana (516,73 ha) e Litoral Sul (389,62 ha), são as que apresentam as maiores áreas que possibilitam a utilização do GTA.

A utilização do GTA, permitirá a introdução da mecanização em terrenos declivosos (27,1 – 35°), substituindo o uso dos sistemas manual e semimecanizado,

situação impossível de ocorrer com os maquinários tradicionais. Ao adotar o sistema mecanizado, o custo de produção e o número de acidentes durante a operação reduz, tornando-se um atrativo, conforme o estudo de Farias (2016).

As áreas com cultivo agrícola anual e que se encontram em local com declividade de até 27° (apta com restrição tipo II), permitem implementar a mecanização e ocupam 92.338,40 ha, representando 2,00% (Tabela 5) da superfície do Espírito Santo. O Nordeste, Litoral Sul e Rio Doce, apresentam respectivamente 55.743,44, 12.757,13 e 16.040,67 ha que se caracterizam nessa classe de aptidão.

Como nas regiões caracterizadas como aptas com restrição tipo II são ocupadas pelo cultivo agrícola anual, deve-se elaborar um estudo econômico/logístico afim de avaliar se a substituição do cultivo agrícola de ciclo curto por espécies florestais será vantajosa ou não.

O cultivo de cana-de-açúcar no Espírito Santo ocupa aproximadamente 60 mil hectares, sendo a espécie de ciclo curto mais produzida (DADALTO, 2016). A cidade com maior produtividade de cana-de-açúcar é Linhares, seguida respectivamente por Conceição da Barra, Pedro Canário, Pinheiros, Itapemirim e Montanha (IBGE, 2018).

As microrregiões Nordeste, Litoral Sul e Rio Doce contemplam as cidades com maior produtividade da cana-de-açúcar, e apresentam respectivamente 6,96%, 4,57% e 2,42% de sua área apta à mecanização, entretanto, com o uso e ocupação da terra destinado a agricultura de ciclo curto.

Com relação a ocupação do solo, das espécies anuais, depois da cana-de-açúcar está o milho com cerca de 18 mil hectares distribuídos pelo estado do Espírito Santo (JSN, 2016). Desta forma, o cultivo de milho pode ser um fator limitante, à produção florestal, uma vez que ocupa regiões aptas por declividade do presente estudo.

Pode se destacar também a produção de abacaxi no estado, sendo que, nos últimos anos, o Litoral Sul foi responsável por 98,06% da safra estadual (CEDAGRO, 2011). O desenvolvimento dessas culturas, impede o crescimento de empreendimentos florestais na região, apesar da declividade possibilitar a introdução de florestas plantadas utilizando o sistema mecanizado.

A Figura 8, demonstra a distribuição das classes de aptidão em todo o Espírito Santo, representado as áreas sujeitas ou não a implementação da mecanização.

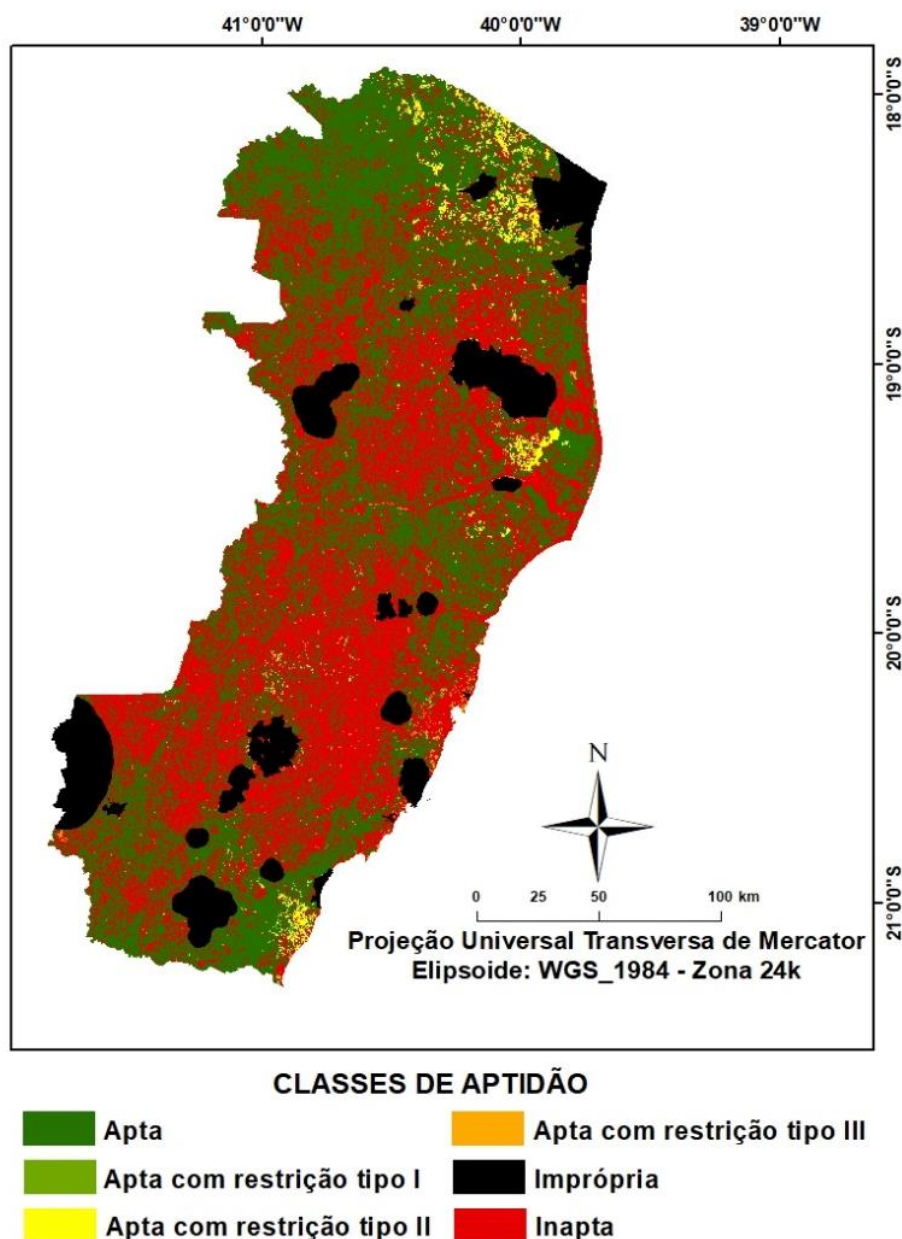


Figura 8: Mapa com as classes de aptidão para o Estado do Espírito Santo.

Algumas regiões foram caracterizadas como inaptas, pois apresentaram tamanho inferior a 10 ha, porém estão localizadas em territórios com declividade entre 27,1 – 35° e com a presença de cultivo agrícola anual (apta com restrição tipo I e II), portanto podem ser utilizadas para o cultivo florestal. Entretanto, nessas áreas é preciso verificar a viabilidade econômica e logística para substituir as espécies agrícolas por florestais e introduzir maquinários utilizando o guincho de tração auxiliar

(GTA). Deve-se considerar nessas análises a proximidade de locais que fazem o uso do GTA.

A classe apta com restrição tipo III, representa 25.952,86 ha do estado, estando presente em todas as microrregiões. Neste caso, o fator limitante à mecanização é o uso e ocupação da terra, não sendo possível determinar as atividades desenvolvidas nesses lugares. Portanto, para implementação de atividades florestais nas regiões com esta restrição, torna-se necessário verificar como estas áreas são utilizadas.

As áreas definidas como impróprias neste estudo, são destinadas a Unidades de Conservação e suas respectivas Zonas de Amortecimento, e, de acordo com a tabela 5 representam 10,53% de toda área do território capixaba.

A Figura 9, demonstra todas as classes de aptidão distribuídas em cada microrregião do Espírito Santo. Analisando o mapa, as áreas caracterizadas como impróprias estão distribuídas por todo o estado.



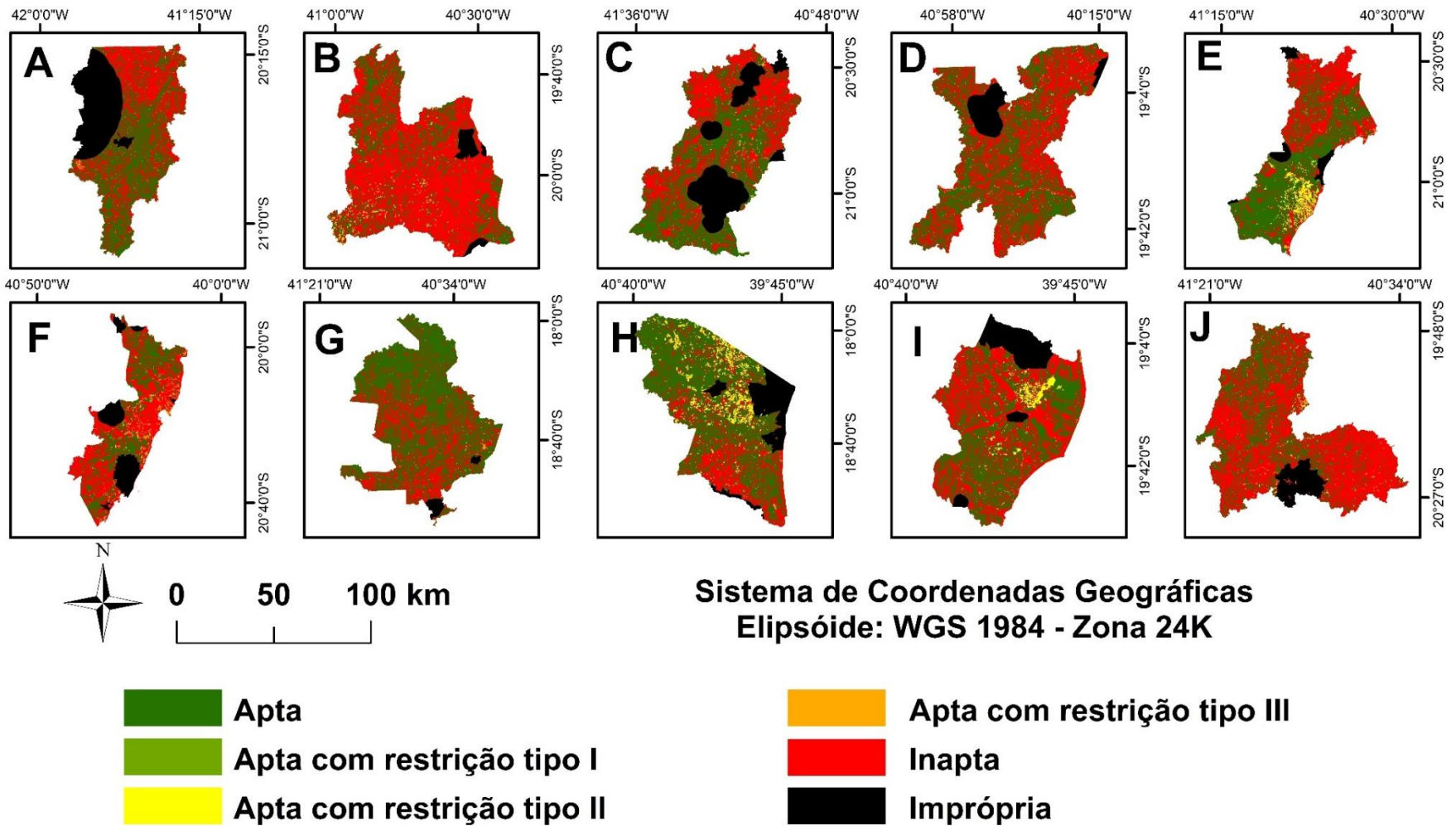


Figura 9: Mapa com as classes de aptidão conforme as microrregiões do estado do Espírito Santo. Em que, A: Caparaó; B: Central Serrana; C: Central Sul; D: Centro-Oeste; E: Litoral Sul; F: Metropolitana; G: Nordeste; H: Noroeste; I: Rio Doce; J: Sudoeste Serrana.

O Parque Nacional do Caparaó, localizado na divisa entre os estados de Minas Gerais e Espírito Santo, abrange um território de aproximadamente 31,8 mil hectares, sendo cerca de 80% do parque situado em terras capixabas, microrregião do Caparaó (ICMBio, 2019). Apesar de apresentar bons resultados com relação a áreas aptas e aptas com restrição tipo I, a presença do PARNA Caparaó de acordo com a Tabela 5, contribui em boa parte dos 24,60% das áreas impróprias de toda essa região.

A microrregião Central Sul apresenta 39,02% de sua área classificada como imprópria, devido a presença das seguintes áreas de conservação: o Parque Estadual do Forno Grande, o Monumento Natural o Frade e a Freira, o Parque Estadual Mata das Flores, o Monumento Natural Serra das Torres e o Parque Estadual Cachoeira da Fumaça.

A presença das Unidades de Conservação, evidencia que uma grande área do Espírito Santo deve ser preservada e que as atividades ao seu redor, dentro de suas zonas de amortecimento seguem normas específicas, não possibilitando o cultivo de floresta plantada nessas regiões.

Em termos práticas, todos esses resultados evidenciam que é possível elevar o nível de mecanização do estado do Espírito Santo, mesmo respeito as áreas destinadas a preservação ambiental.

## 5. CONCLUSÕES

Pode-se implantar o cultivo florestal e conseqüentemente implementar a colheita mecanizada em todas as microrregiões do Espírito Santo.

As microrregiões Central Serrana e Sudoeste Serrana apresentam mais da metade da sua área inapta a mecanização, devido principalmente as suas condições de relevo (declividade superior à 35°).

A classe predominante de uso e ocupação da terra se refere a pastagem. Essas terras apresentam a possibilidade de implementação de espécies florestais, porém, a utilização de atividades mecanizadas, dependerá também da declividade do local.

A utilização de guincho de tração auxiliar só não será possível na microrregião Nordeste.

As microrregiões Nordeste e Noroeste apresentaram os melhores resultados em relação a implementação da mecanização, pois tratam-se de regiões com relevo mais plano e com o uso da terra destinado em sua maioria a pastagens.

Pode-se aumentar o tamanho das áreas destinadas ao cultivo florestal e conseqüentemente elevar o nível de mecanização no estado, substituindo o cultivo agrícola de ciclo curto e pastagens por espécies florestais. Entretanto, é necessário realizar estudo de viabilidade econômica.

## 6. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, E. R. **Aplicação de geotecnologia na gestão ambiental do município de Salinas, Minas Gerais**. Dissertação (Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA, 2009.

ANTONGIOVANNI, L. L.; COELHO, A. L. N. Panorama sobre a desertificação no estado do Espírito Santo. **Consultoria e relatório apresentados para o IEMA do Governo do Estado do Espírito Santo**, 1-87 p, 2005.

ARCE, J. E.; MacDONAGH, P.; FRIEDL, R. A. Geração de padrões ótimos de corte através de algoritmos de traçamento aplicados a fustes individuais. **Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 383-391, 2004.

BANTEL, C. A. **Estudo de diferentes sistemas de colheita de Eucalyptus spp em área montanhosa**. Botucatu- SP, 2010. 145 f. Tese (Doutor em Agronomia/ Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

BILLO, D. F. N. **Tempo de secagem de árvores de Eucalyptus dunnii e ajustes das facas do picador na qualidade de cavacos para fins energéticos**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro – ES, 2019, 54p.

BRAGANÇA, R. **Zoneamento agroclimático no ArcGis 10.3.1: passo a passo**. Alegre, ES: CAUFES, 58 p., 2015.

BRINATE, I. B. **Colheita semimecanizada de eucalipto em áreas declivosas**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro – ES, 2016. 48 f.

BURLA, E. R. **Avaliação técnica e econômica do Harvester na colheita e processamento da madeira em diferentes condições de declividade e produtividade florestal**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2008. 70 f.

BURLA, E. R.; FERNANDES, H. C.; MACHADO, C. C.; LEITE, D. M.; FERNANDES, P. S. Avaliação técnica e econômica do Harvester em diferentes condições operacionais. **Engenharia na agricultura**, Viçosa, v. 20, n5, 2012.

CEDAGRO - Centro de Desenvolvimento do Agronegócio. **Dimensionamento do mercado capixaba de produtos florestais madeiráveis**. (Relatório final). Vitória-ES, 111p, 2011.

DADALTO, G. G.; SILVA, A. E. S.; COSTA, E. B.; GALVÊAS, P. A. O.; LOSS, L. W. R. Transformações da agricultura capixaba: 50 anos. **Cedagro; Incaper; Seag**. Vitória-ES, 128p., 2016.

FARIAS, M. L. **Colheita mecanizada com GTA- guincho de tração auxiliar e colheita semi mecanizada: um comparativo produtivo e financeiro**. Pós-graduação (Gestão florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2016. 57p.

FÉLIX, R. Superando desafios da colheita de eucaliptos. **Opiniões**, v. 12, n. 41, p. 37-39, 2015.

FERRARI, J. L. **Avaliação de geotecnologias para subsidiar o mapeamento do uso e cobertura da terra no Instituto Federal do Espírito Santo–campus de Alegre**. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes – RJ, 2012. 214p.

FIEDLER, N. C.; OLIVEIRA, M. P. **Motores e máquinas florestais**. Alegre, ES: CAUFES, 2018.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo, **Oficina de Textos**, 2002.

GONÇALVES, S. B. **Análise técnica das atividades de colheita semimecanizada em áreas declivosas no sul do Espírito Santo**. Monografia (Engenheiro Florestal). Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro – ES, 2011. 31p.

IBÁ - indústria Brasileira de Árvores, **Relatório ano base 2017**. 6 f, São Paulo. 2018.

IBÁ - indústria Brasileira de Árvores. **Relatório ano base 2016**. 80 f, São Paulo. 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística **Pesquisa da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS) - 2015**. V. 30, 46p. , 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasil em Síntese**. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/panorama>>. Acesso em 29 de abril de 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agro 2017: preliminares**. Disponível em: <[https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo\\_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=32&tema=76434](https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=32&tema=76434)>. Acesso em: 14 de junho de 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pecuária – 2019**. Disponível em: <<https://incaper.es.gov.br/pecuaria>>. Acesso em: 21 de maio de 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS) - 2016**. V. 31, 55p. , 2016.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cafeicultura – 2019**. Disponível em: <<https://incaper.es.gov.br/cafeicultura>>. Acesso em 21 de maio 2019.

ICMBio- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Parque Nacional do Caparaó – 2019**. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/parnacaparao/>> Acesso em: 23 de maio de 2019.

IJSN – Instituto Jones dos Santos Neves. **Boletim técnico: Agricultura capixaba 2013 – 2015**. 21p., 2016.

INCAPER – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Culturas alimentares – 2019**. Disponível em: <<https://incaper.es.gov.br/culturas-alimentares>>. Acesso em 20 de maio de 2019.

JACOVINE, L. A. G. et al. Avaliação da perda de madeira em cinco subsistemas de colheita florestal. **Revista Árvore**, v. 25, n. 4, 463-470p., 2001.

JACOVINE, L.A.G., MACHADO, C.C.; SOUZA, A.P.; LEITE, H.G.; MINETTI, L.J. Avaliação da qualidade operacional em cinco subsistemas de colheita florestal. **Revista Árvore**, v. 29, n.3, 391-400p., 2005.

JOHN DEERE. **Máquinas florestais**. Disponível em: <<https://www.deere.com.br/pt/m%C3%A1quinas-florestais/>>. Acesso: 13 junho de 2019.

LEÃO, R. M. **A floresta e o homem**. São Paulo SP: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 448 p.,2000.

LEITE, A. M. P.; LOPES, E. S.; FIEDLER, N. C; MACHADO, C. C.; SILVA, E. N. da. Colheita Florestal em Propriedades Rurais. In: SILVA, E. N. et al. **Florestas de Produção**. Viçosa - MG: Suprema, 237-272p., 2014.

LEITE, E. S.; FERNANDES, H. C.; GUEDES, I. L.; AMARAL, E. J.; LACERDA, E. GI. Utilização de guindaste na extração de madeira em região montanhosa. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.36, n.1, 195-201p., 2012.

LIMA J. S. de S.; LEITE, A. M. P. Mecanização. In: MACHADO, C. C. **Colheita Florestal**. 3. ed. Viçosa: 2014.

LIMA, J. S. S.; LEITE, A. M. P. Mecanização. In: MACHADO, C. C. **Colheita florestal**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 33-54p., 2002

LOPES, E. S.; TONHATO, L.; RODRIGUES, C. K.; SERPE, E. L. Declividade do terreno e distância de extração na produtividade do forwarder com guincho de tração auxiliar. **Nativa**, Sinop, v.4, n.6, 347-352p., nov./dez. 2016.

LOPES, E.S.; CRUZINIANI, E.; ARAUJO, A. J.; SILVA, P. C. Avaliação do treinamento de operadores de Harvester com uso de simulador de realidade virtual. **Árvore**, v 32, nº2, 2008.

MACHADO, C. C. **Colheita florestal**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 15- 43p., 2014

MACHADO, C. C. O setor florestal brasileiro. In: MACHADO, C. C. (Ed.). **Colheita florestal**. Viçosa: UFV, 15-42p., 2008.

MACHADO, C.C.; LOPES, E.S. Análise da influência do comprimento de toras de eucalipto na produtividade e custo da colheita e transporte florestal. **Cerne**, v. 6, n. 2, 124-129p., 2000.

MACHADO, C.C.; SILVA, E. N.; PEREIRA, R. S; CASTRO, G. P. **O setor florestal brasileiro e a colheita florestal**. In: Machado, C.C. (Ed.) Colheita Florestal. 3 ed. Viçosa, MG: UFV, 15-45p., 2014.

MACHADO, L. R. **Dimensionamento de sistema de corte, carregamento e transporte do eucalipto**. São Paulo - SP, 2014. 70p. Dissertação (Mestre em Agronegócio) – Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas.

MALINOVISK, R. A.; MALINOVISK, R. A. **XVI seminário de atualização: Sistema de colheita de madeira e transporte florestal**. Curitiba-PR: Fundação de pesquisa florestais do Paraná, 2011.

MALINOVSKI, J. B. et al. Sistemas. In: MACHADO, C. C. **Colheita Florestal**. 3. ed. Viçosa: 2014.

MALINOVSKI, J. R.; CAMARGO, C. M. S.; MALINOVSKI, R. A. Sistemas. In: MACHADO, C.C. (Org.). **Colheita florestal**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 145-167p., 2002.

MALINOVSKI, J. R.; et al. Sistemas. In: MACHADO, C. C. **Colheita Florestal**. 2ed. Viçosa-MG: UFV, 161-184p., 2008.

MALINOVSKI, R. A, MALINOVSKI, J. R., **Evolução dos Sistemas de Colheita de Madeira de Pinus no Sul do Brasil**, Curitiba: FUPEF. 1998

MENDES, S.L, et al. **O Muriqui: símbolo da Mata Atlântica**. 2 ed. Vitória, Es: Instituto de Pesquisas da Mata Atlântica, 156p, 2014.

NOVAIS, L. F. **Análise da Colheita Florestal mecanizada em povoamentos de Eucalyptus spp na região de Coronel Fabriciano – MG.** Monografia (Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ, 2006. 33p.

ROBERT, R. C. G. et al. Avaliação do desempenho operacional do harvester 911.3 X3M em áreas declivosas. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 2, 183-190p., 2018.

ROBERT, R. C. G. Máquinas de colheita florestal. In: FIEDLER, N. C.; PICANÇO, M. O. **Motores e máquinas florestais**. Alegre, ES: CAUFES, 2018. Cap 15, p. 237-276.

ROBERT, R. C. G; ROCHA, M. P. da.; JAEGER, D. **Análise técnica e econômica de um sistema de colheita mecanizada em plantios de Eucalyptus spp. em duas condições de relevo acidentado**. Tese (Doutor em Engenharia Florestal/ Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2013. 112p.

ROSA, R. Geotecnologias na geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 16, 81-90p., 2005.

SANT'ANNA, C. M. **Corte**. In: Machado, C. C. (Ed.) Colheita florestal. 3. ed. Viçosa: UFV, 74-105p., 2014.

SANTOS, A. R.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SEDIYAMA, J. B. E. P.; PEZZOPANE, J. E. M.;

SANTOS, A.R. et al. **Arcgis 10.2.2 passo a passo: fotointerpretação e edição de dados espaciais – Volume 2**. Alegre: CAUFES, 2014.

SANTOS, P.H.A., SOUZA, A.P., MARZANO, F.L.C., MINETTE, L.J. Produtividade e custos de extração de madeira de eucalipto com clambunk skidder. **Revista Árvore**, v37, n 3, 2013.

SEAG - Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca. **Silvicultura**. Disponível em: <[www.seag.es.gov.br/silvicultura\\_facilitadores.htm](http://www.seag.es.gov.br/silvicultura_facilitadores.htm)>. Acesso em: maio de 2019.

SEIXAS, F. Extração florestal. In: MACHADO, C.C. **Colheita florestal**. 2.ed. Viçosa: UFV, 97- 145p., 2007.

SETUR – Secretaria do Estado de Turismo. **Geografia do Espírito Santo**. 2p. 2019.

SILVA R. S.; FENNER P. T.; CATANEO A. Desempenho de máquinas florestais de colheita derrubador-processador Slingshot sobre as esteiras. In: **SIMPÓSIO**



**BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL**, 6., 2003, Belo Horizonte. Anais.Belo Horizonte: UFV, 267-279p., 2003

SIMÕES, D.; IAMONTI, I. C., FENNER, P. T. Avaliação técnica e econômica do corte de eucalipto com feller-buncher em diferentes condições operacionais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, 649-656p., 2010.

SIQUEIRA, J. D. P. et al. Estudo ambiental para os programas de fomento florestal da Aracruz Celulose S. A. e extensão florestal do governo do estado do Espírito Santo. **Floresta**, 67p. 2004.

SOARES, N. S.; SOUSA, E. P.; SILVA, M. L. Importância do setor florestal para a economia brasileira. **Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. Rio Branco – AC, 16 p, 2008.

SOUZA, D. O. **Avaliação dos diferentes níveis de mecanização na atividade de colheita de madeira**. Curitiba: UFPR/PIBIC/CNPq, 74 p., 2001.

THEES, O.; FRUTING, F.; FENNER, P. Colheita de madeira em terrenos acidentados-Recentes desenvolvimentos técnicos e seu uso na Suíça. **XVI Seminário de atualização de colheita e transporte**. 2011.