



**LIZANDRA MARIA SILVA ARAÚJO**

**AVALIAÇÃO QUALITATIVA DE RELATÓRIOS  
OPERACIONAIS A PARTIR DO MAPEAMENTO DE ERROS  
DE HORÍMETRO DE MÁQUINAS FLORESTAIS**

**LAVRAS - MG  
2019**

**LIZANDRA MARIA SILVA ARAÚJO**

**AVALIAÇÃO QUALITATIVA DE RELATÓRIOS OPERACIONAIS A PARTIR DO  
MAPEAMENTO DE ERROS DE HORÍMETRO DE MÁQUINAS FLORESTAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Lavras, como parte  
das exigências do Curso de Engenharia  
Florestal, para a obtenção do título de  
Bacharel.

Orientador  
Dr. Luis Marcelo Tavares de Carvalho

**LAVRAS - MG  
2019**

**LIZANDRA MARIA SILVA ARAÚJO**

**AVALIAÇÃO QUALITATIVA DE RELATÓRIOS OPERACIONAIS A PARTIR DO  
MAPEAMENTO DE ERROS DE HORÍMETRO DE MÁQUINAS FLORESTAIS**

**QUALITATIVE ASSESSMENT OF OPERATING REPORTS FROM MAPPING OF  
MACHINERY HOUR ERRORS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Lavras, como parte  
das exigências do Curso de Engenharia  
Florestal, para a obtenção do título de  
Bacharel.

APROVADA em 02 de dezembro de 2019.

Prof. Dr. Luis Marcelo Tavares de Carvalho      UFLA

Prof. Dr. Carlos Eduardo Silva Volpato      UFLA

Msc. Isabela Braga Belchior      UFLA

Prof. Dr. Luis Marcelo Tavares de Carvalho  
Orientador

**LAVRAS - MG  
2019**

*À minha mãe Cleusa pelo apoio incondicional  
e por ser meu maior exemplo, e ao meu pai Quinzinho,  
por todos os ensinamentos.*

*Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo dom da vida e pela consciência. Por todos os desafios e ensinamentos trazidos a vida até aqui.

Aos meus pais, Cleusa e Quinzinho, por todo amor e apoio incondicional, e por serem meus maiores exemplos.

Ao meu irmão Bruno e minhas tias, Nilma e Rosi, pessoas muito especiais e que sempre estão ao meu lado.

À Marianna, companheira de todas as horas ao longo desses 5 anos. Sem você o caminho seria mais difícil e menos belo.

Aos meus amigos, Elisa e Thiago, por toda a verdade e carinho em nossa amizade. Permanecemos juntos.

À UFLA, por todas as oportunidades e pelo lugar inspirador que é. E aos professores, que tanto contribuíram para minha formação.

Ao Passarinho, meu orientador de tantos anos, no Sensoriamento Remoto/ SIG e posteriormente, na Colheita Florestal. Obrigada por tudo.

Ao Reinaldo, por todos os ensinamentos durante a realização do estágio e por toda sua contribuição na elaboração do TCC.

Àqueles que de alguma forma estiveram presentes ao longo dos anos de graduação, colegas e amigos da Engenharia Florestal, dos laboratórios, do estágio e de casa.

Só tenho a agradecer. Muito obrigada!

## RESUMO

O Brasil possui inúmeros recursos naturais, sendo suas características edafoclimáticas de grande importância para o estabelecimento de espécies florestais exóticas no país, como o eucalipto. O cultivo de árvores gera uma diversidade de produtos, e para que a madeira atinja seu destino final algumas etapas são necessárias, incluindo a operação de colheita florestal. O procedimento utilizado por muitas empresas florestais para obtenção de informações acerca da operação de colheita consiste no preenchimento de relatórios operacionais. Assim, o trabalho buscou avaliar a qualidade de informações operacionais ao longo do tempo na colheita florestal, a partir do mapeamento de erros de lançamento de horímetro nas máquinas florestais, uma vez que a informação é a base para a construção de indicadores, e os mesmos são importantes ferramentas para a tomada de decisão. Para isso, realizou-se o mapeamento de erros de lançamento de horímetro, de 2017 a 2019, para 3 módulos de colheita. A partir do mapeamento uma curva de maturidade para cada módulo foi gerada. A curva representa o acúmulo de erros de horímetro das máquinas de 2017 a 2019, mostrando os momentos de erros crescentes e estabilização dos mesmos. À curva foram associados eventos que ocorreram no período analisado, e pode-se concluir que o uso de tecnologias como os relatórios digitais de eficiência são válidos, porém não garantem por si só a qualidade de informação. A mesma é o resultado do acompanhamento diário das informações.

**Palavras-chave:** Colheita Florestal. *Cut-to-length*. Qualidade de informação.

## ABSTRACT

Brazil has numerous natural resources, and its edaphoclimatic characteristics are of great importance for the establishment of exotic forest species in the country, such as eucalyptus. Tree cultivation generates a diversity of products, and for the wood to reach its final destination some steps are taken, including the operation of forest harvesting. The procedure used by many forestry companies to obtain information about the harvesting operation is to fill out operational reports. Thus, the work sought to evaluate the quality of operational information over time in forest harvesting, by mapping hour errors in forest machines, since information is the basis for the construction of indicators, and they are important tools for decision making. For this, the forest machine hour meter errors were mapped from 2017 to 2019 for 3 harvesting modules. From the mapping a maturity curve for each module was generated. The curve represents the accumulation of machine hour meter errors from 2017 to 2019, showing the moments of increasing errors and their stabilization. The curve was associated with events that occurred in the period analyzed, and it can be concluded that the use of technologies such as digital efficiency reports are valid, but do not in themselves guarantee the quality of information. The same is the result of daily monitoring of information.

**Keywords:** Forest harvesting. Cut-to-length. Quality information.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma da metodologia empregada. ....	155
Figura 2 - Localização do estado do Paraná. ....	16
Figura 3 - Máquinas do sistema <i>cut-to-length</i> . Em (a) <i>harvester</i> e (b) <i>forwarder</i> .....	17
Figura 4 - Curva de maturidade para os módulos 01, 02 e 03. ....	23

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Principais campos do relatório de eficiência operacional. ....	20
Tabela 2 - Principais eventos que ocorreram nos módulos 01, 02 e 03 (MD01, MD02 e MD03, respectivamente), entre 2017 e 2019.....	22

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Colheita florestal.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 Mecanização e máquinas florestais .....</b>	<b>13</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Área de estudo.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2 Máquinas florestais .....</b>	<b>17</b>
<b>3.3 Base de dados .....</b>	<b>18</b>
<b>3.3 Levantamento histórico.....</b>	<b>21</b>
<b>3.4 Avaliação de qualidade de informação .....</b>	<b>21</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>26</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>27</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui a maior parte de seu território na zona intertropical, sendo marcado pela riqueza e diversidade de seus ecossistemas, e por inúmeros recursos naturais. Suas características edafoclimáticas aliadas ao desenvolvimento tecnológico do setor florestal permitiram que espécies florestais exóticas atingissem extensas áreas de plantio com grande sucesso.

O cultivo de árvores gera grande diversidade de produtos, como madeira serrada, papel, celulose, pisos, carvão vegetal e painéis de madeira. No Brasil, em 2018, a área coberta por florestas plantadas representava 7,83 milhões de hectares, sendo que 5,7 milhões eram representados por espécies de eucalipto, 1,6 milhões de pinus e 590 mil hectares ocupados por outras espécies, como teca, acácia, seringueira e paricá (2019).

No aspecto econômico, o setor florestal apresentou 13,8% de crescimento no ano de 2018 em relação ao ano anterior. A participação do setor no Produto Interno Bruto (PIB) nacional fechou em 1,3% em 2018, enquanto que a participação no PIB industrial foi de 6,9%. Comparado a outros setores da economia, a evolução do segmento foi muito superior a média nacional (IBÁ, 2019).

Dentre os produtos florestais, as grandes empresas visam, em especial, a produção madeireira. Assim, para que a madeira atinja seu destino final, saindo do campo e chegando até a indústria/ comércio, algumas etapas são necessárias, as quais podem ser denominadas de cadeia de suprimento de madeira. Nesse processo, as seguintes fases são enumeradas: (1) Planejamento de colheita; (2) Organização e controle da colheita; (3) Operação de colheita; (4) Transporte de madeira e logística; e, (5) Comercialização da madeira (MULLER; JAEGER, 2019).

Quando analisado a composição do custo final do produto florestal, as operações de colheita e transporte florestal podem atingir 50% do custo total (MACHADO; LOPES, 2000). Utilizar de maneira planejada sistemas de colheita florestal mecanizados possibilita a organização, a racionalização e otimização das atividades. Isso permite elevação da qualidade do produto e do serviço, além de proporcionar melhores condições de trabalho, aumentar a produtividade das operações e reduzir custos operacionais e de produção (FIEDLER; ROCHA; LOPES, 2008).

O procedimento utilizado por muitas empresas florestais para obtenção de informações acerca da operação de colheita florestal consiste no preenchimento de relatórios operacionais. Nos relatórios são descritos por meio de códigos operacionais as atividades realizadas durante

um turno de trabalho. Dessa forma, tem-se acesso às informações de tempo de máquina parada e suas causas, assim como, do tempo efetivamente trabalhado. Tais informações são a base para a construção de indicadores, como disponibilidade mecânica, eficiência operacional e produtividade das máquinas florestais. Esses indicadores sustentam a gestão da operação, os quais permitem tomadas de decisão que assegurem o sucesso da operação.

Diante disso, a qualidade de informações vindas dos relatórios operacionais de colheita florestal é de suma importância, uma vez que é a base para a construção de indicadores que norteiam a tomada de decisão de gestores. Desse modo, o presente trabalho buscou avaliar a qualidade de informações operacionais ao longo do tempo na colheita florestal, a partir do mapeamento de erros de apontamento de horímetro das máquinas florestais.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Colheita florestal**

A Colheita Florestal pode ser entendida como o conjunto de operações realizadas no maciço florestal, que vão desde a preparação até a extração da madeira até o local do transporte, de acordo com procedimentos e técnicas que buscam garantir que a madeira atinja sua finalidade como produto. O termo Colheita Florestal pode ser definido como o processo de corte (derrubada, desgalhamento e processamento); descascamento (quando executado em campo); extração; e, carregamento (MACHADO, 2002).

Para Machado (1985) os sistemas de colheita podem ser definidos como conjuntos de atividades, ligadas entre si, que são responsáveis pelo fluxo constante de madeira, prevenindo pontos de estrangulamento, e permitindo a máxima utilização de equipamentos. O autor propôs a seguinte classificação dos sistemas de colheita:

- a) sistema de toras curtas (*Cut-to-length*): é caracterizado pelo processamento da árvore no local de corte e derrubada, sendo no mesmo local realizada a operação de desgalhamento e descascamento (se necessário); além disso, há a divisão do fuste em medidas previamente definidas;
- b) sistema de toras longas (*Tree-length*): a árvore é semi-processada no local de derrubada e direcionada para a margem da estrada ou pátio temporário, na forma de toras longas ( mais de 7 metros de comprimento);

- c) sistema de árvores inteiras (*Full-tree*): consiste na remoção de árvores inteiras, porém sem as raízes, as quais são levadas para processamento nas laterais dos talhões;
- d) sistema de árvores completas (*Whole-tree*): no sistema as árvores são retiradas de forma inteira, incluindo o sistema radicular;
- e) sistema de cavaqueamento (*chipping*): ocorre o processo de corte, derrubada e remoção das árvores para a lateral do talhão, onde após as operações de desgalhamento, descascamento, há a transformação da madeira em cavacos.

O processo de colheita começou a se modernizar a partir da década de 1970, quando a indústria nacional iniciou a produção de máquinas de portes leves e médio. No entanto, em 1994 com a abertura de importações, encarecimento de mão de obra, necessidade de maior ergonomia e redução de custos, foi que o setor incluiu a mecanização florestal de maneira mais acentuada (MACHADO, 2002).

Na área de colheita florestal muitos estudos são desenvolvidos buscando conhecer a capacidade produtiva e possíveis variáveis que influenciam o rendimento de máquinas e equipamentos de colheita florestal. Esses estudos são de suma importância para empresas florestais, uma vez que permitem o desenvolvimento de técnicas para um melhor desempenho operacional e eficiência das máquinas, elevando a produtividade e reduzindo custos de produção (SILVA; SANT'ANA; MINETTI, 2003; SIMÕES; FENNER; ESPERANCINI, 2010).

Simões, Fenner e Esperancini (2010) realizaram um trabalho com o intuito de avaliar técnica e economicamente o desempenho de um cortador florestal, *harvester*, na colheita de eucalipto de primeiro corte. Para isso, a análise técnica abordou um estudo de tempos e movimentos, cálculo de produtividade, disponibilidade mecânica e eficiência operacional. Já a avaliação econômica foi realizada através de parâmetros de custo operacional, custo de colheita e rendimento energético.

No aspecto de custos, Silva et al. (2014) avaliaram dois modelos de *harvester*, em que para isso utilizou-se do método contábil, no qual os valores são dados em reais por hora efetiva de trabalho. Também foi realizada uma análise de sensibilidade de custos, onde se mapeou os itens de maior expressão nos custos, que foram combustível, manutenção, reparos e depreciação.

Estudo desenvolvido por Linhares et al. (2012) buscou analisar o desempenho operacional e a eficiência das máquinas *harvester* e *forwarder*, sendo obtidos dados históricos de 2010 a 2011 de uma empresa florestal. Na análise, foi realizada uma distribuição de horas

de trabalho, quanto a horas programadas, horas efetivas e horas paradas. Tal distribuição foi a base para construção dos indicadores disponibilidade mecânica e eficiência operacional das máquinas utilizadas.

Fiedler et al. (2017) também utilizaram da disponibilidade mecânica e eficiência operacional para avaliar as máquinas *harvester* e *forwarder*, contudo as horas de trabalho foram obtidas pelo estudo de tempos e movimentos. Além disso, acrescentou-se na análise a produtividade, que tem como base de cálculo a produção em m<sup>3</sup> e as horas efetivas de trabalho.

## 2.2 Mecanização e máquinas florestais

Nos primeiros plantios florestais no Brasil pouco se utilizava de mecanização nas operações de colheita. Inicialmente, os maquinários eram originados de adaptações dos setores agrícola e industrial. A modernização ocorreu a partir da década de 1970, quando a indústria nacional começou a produzir máquinas de porte leve e médio (MACHADO, 2002).

No entanto, a mecanização florestal teve um forte impulso em 1994, com a abertura do mercado nacional à importação de máquinas. As empresas buscaram no mercado externo outras opções, trazendo ao país máquinas de última geração, principalmente de fabricantes norte-americanos e europeus (MALINOVSKI; MALINOVSKI, 1998).

Machado (2002) evidencia que as máquinas de colheita florestal foram desenvolvidas para dois sistemas basicamente: o de toras curtas (*Cut-to-length*) e os de toras longas, árvores inteiras (*Full-tree*) ou toras longas (*Tree-length*).

Assim, podem-se citar algumas das principais máquinas utilizadas nos sistemas de colheita florestal: *Harvesters*, *Feller Bunchers*, *Forwarders*, *Skidders*, *Clambunk Skidders*, Processadores, Picadores, Garras traçadoras, *Shovel Loggers*, dentre outras.

De acordo com o Catálogo de Equipamentos de Operações Florestais, disponibilizado pela U.S Forest Service (2019), é possível dizer as principais características de algumas máquinas utilizadas nas operações de colheita florestal:

- a) o *harvester* é uma máquina de autopropulsão composta por uma máquina base e um implemento de corte, o cabeçote. A máquina base pode ser de pneus ou de esteiras, e o cabeçote possui a capacidade derrubar, prender e descascar uma árvore, assim como subdividi-la em menores segmentos, gerando toras do comprimento desejado;
- b) o *feller buncher* consiste em uma máquina com implemento de corte que é capaz de cortar de maneira acumulativa as árvores, suportando mais de uma árvore por vez,

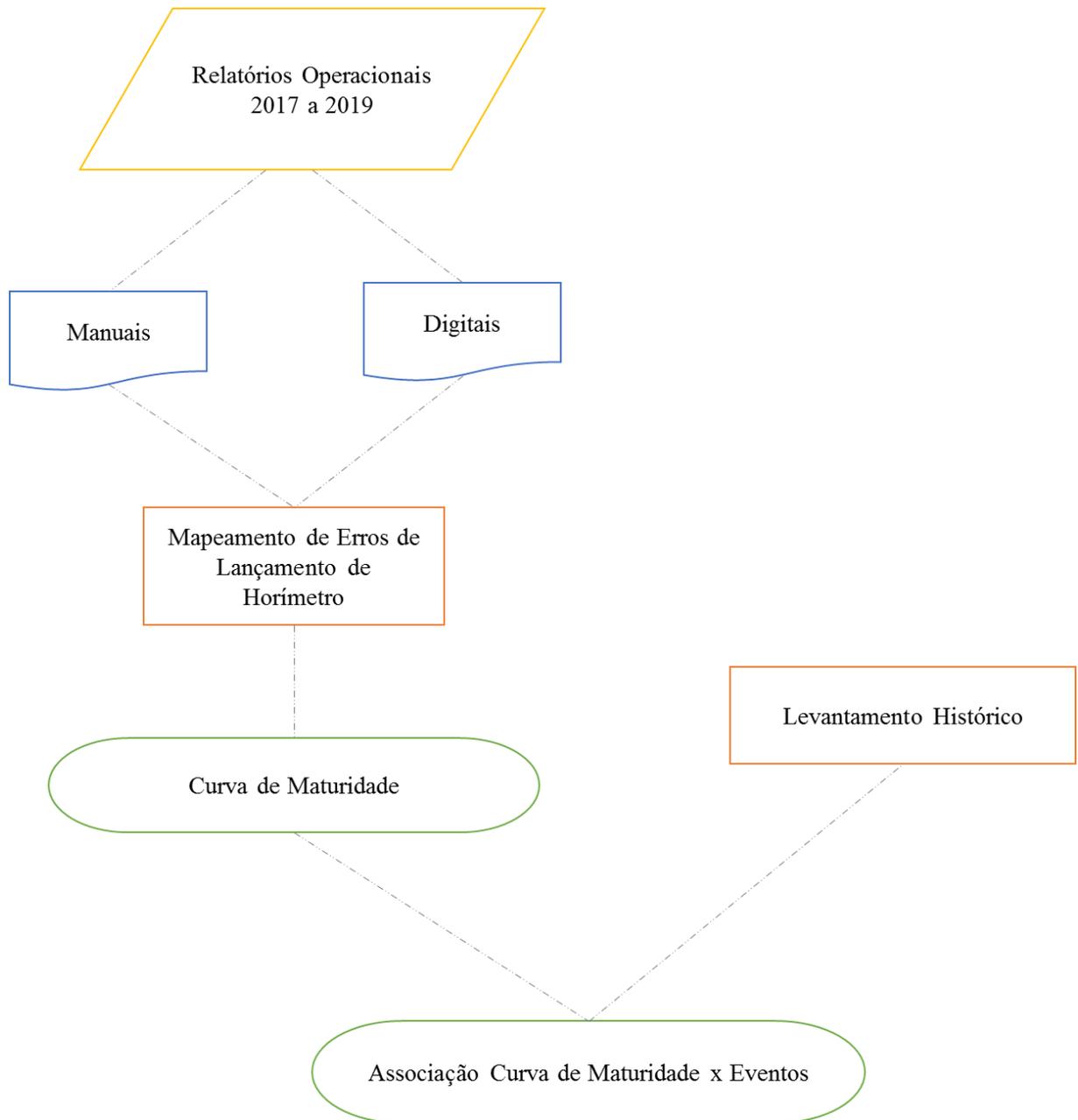
formando feixes, os *bunchers*, para posterior derrubada. Desse modo, o implemento corta, segura e posteriormente coloca as árvores no chão. As máquinas também podem ser de pneus ou esteiras;

- c) o *forwarder* consiste em um trator florestal autocarregável, que é responsável por remover a madeira cortada e a deixar disponível para o carregamento. São máquinas de pneus que possuem como implemento uma garra, que é responsável por carregar e descarregar a madeira de sua caixa de carga;
- d) o *skidder* é responsável por arrastar o material da floresta até a borda da estrada ou local desejado. Geralmente, a máquina é de pneus, no entanto, encontram-se máquinas de esteira também. Basicamente, além da máquina base (de grande robustez), possuem uma garra, com a finalidade de coletar os feixes de árvores.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O fluxograma apresentado na figura 1 demonstra as etapas que compõem o trabalho.

Figura 1 - Fluxograma da metodologia empregada.

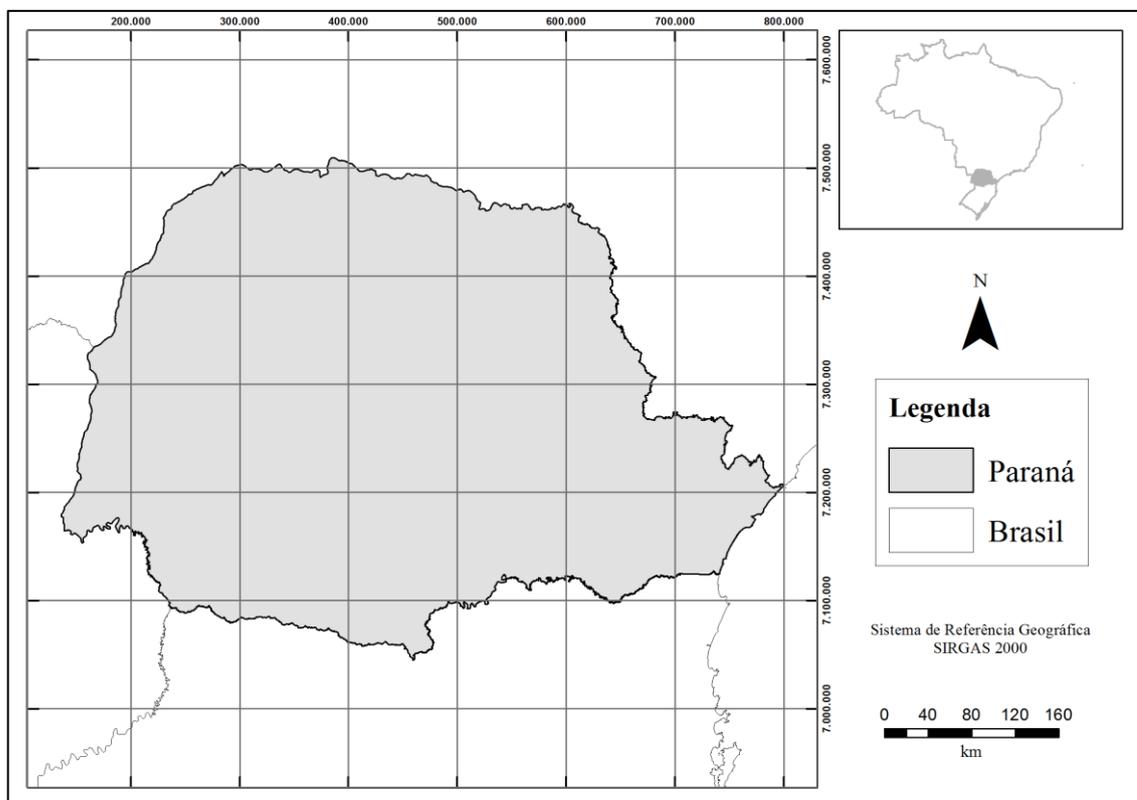


Fonte: Do autor (2019).

### 3.1 Área de estudo

O estudo abrange módulos de Colheita Florestal de uma empresa florestal situada no Paraná, região sul do Brasil (figura 2). A empresa possui 18 módulos de colheita florestal, sendo 10 do sistema de árvores inteiras (*full-tree*) e 8 do sistema de toras curtas (*cut-to-length*). Para o estudo foram considerados 3 módulos do sistema *cut-to-length*.

Figura 2 - Localização do estado do Paraná.



Fonte: Do autor (2019).

Os módulos considerados no estudo trabalham em frentes de colheita florestal, que são mutáveis. Cada localidade de trabalho é registrada como Região Florestal (RF), que pode representar toda uma fazenda ou porção dela, e é subdividida em unidades menores, denominados talhões, os quais representam as menores unidades de manejo. Desse modo, ao longo do tempo, os módulos deslocam-se entre RFs e cidades, podendo se locomover por toda a extensão do estado do Paraná.

O estado do Paraná destaca-se por possuir 46% do total da área de Pinus plantada no Brasil (IBÁ, 2019). No estado predominam duas classificações climáticas de acordo com os

critérios de Koppen, Cfa (61,7%) e Cfb (37%). O clima Cfa é descrito como Subtropical Úmido sem estação seca (clima oceânico) e verão quente; o clima Cfb difere do Cfa por possuir verão temperado (ALVARES et al., 2014).

### 3.2 Máquinas florestais

As máquinas florestais utilizadas no sistema *cut-to-length* (CTL) são o *harvester*, cortador florestal, e o *forwarder*, trator florestal autocarregável (figura 3).

Figura 3 - Máquinas do sistema *cut-to-length*. Em (a) *harvester* e (b) *forwarder*.



Fonte: Do autor (2019).

Os *harvesters* utilizados possuem um sistema de informação chamado Opti 4G, o qual apresenta uma interface entre o usuário do operador com o sistema de controle da máquina. No sistema encontram-se as funções base para a operação de Colheita, além de possuir funções de controle e calibração, e gerenciamento de arquivos. Além disso, o sistema é versátil e possui ferramentas de relatórios operacionais e transferência de dados (PONSSE, 2019).

Já os *forwarders* possuem o sistema Opti Control que possui funcionalidades de controle da máquina, com perfis de operadores, programas de relatórios e transferências de dados (PONSSE, 2019).

A partir dos sistemas embarcados dos *harvesters* e *forwarders* obtêm-se dados de volume processado pelo *harvester* no interior do talhão e volume médio individual (VMI) das árvores, enquanto que para o *forwarder* são obtidos o número de cargas transportadas e seu peso, sendo a base para cálculo da madeira disponível para ser carregada.

Um sistema embarcado consiste na junção de eletrônicos autônomos e sistemas de informação, dedicados a uma tarefa bem definida. Eles são a convergência entre eletrônicos, tecnologia da informação (TI), telecomunicações e redes (networks) (KRIEF, 2013).

### 3.3 Base de dados

Os dados do trabalho são compostos pela base de relatórios de eficiência operacional de janeiro de 2017 a setembro de 2019 para 3 módulos de colheita florestal do sistema *cut-to-length*. A base de dados foi disponibilizada pela empresa florestal.

Os relatórios de eficiência operacional consistem em ferramentas para obtenção de informações detalhadas acerca da operação de Colheita Florestal. Eles apresentam a descrição das atividades realizadas durante um turno de trabalho por meio de códigos operacionais (causas dos desvios). Na tabela 1 são demonstradas as principais informações extraídas do relatório de eficiência operacional utilizados.

Os relatórios de eficiência operacional utilizados no estudo vêm de duas fontes: manuais e digitais. Os relatórios manuais consistem em formulários de papel com campos de preenchimento obrigatório que vão desde informações gerais que caracterizam a área de trabalho até a descrição detalhadas por meio dos códigos operacionais. O operador é responsável por descrever através dos códigos operacionais as atividades realizadas, e informar o horímetro inicial e final da máquina em seu turno de trabalho.

Os relatórios digitais trazem os mesmos campos de informação dos manuais, contudo sua elaboração é realizada no computador de bordo das máquinas. O seu uso é possível devido aos sistemas embarcados de interface da máquina com o operador. O seu padrão consiste na descrição de atividades por meio de códigos operacionais, assim como os manuais, contudo na tela do computador de bordo são emitidos alertas para indicação do tempo em que a máquina se encontra parada.

O sistema pergunta ao operador as atividades realizadas, quando: (1) Início de turno: necessário indicar em tela as atividades retroativas do início do turno até o momento efetivo de início da operação; (2) Máquina parada por mais de 3 minutos: em tela é exibido uma mensagem que pergunta qual o motivo da parada; (3) Paradas prolongadas: quando o operador se ausenta da máquina por um período de tempo considerável, como em refeições, ao iniciar o sistema de operação é necessário indicar as atividades retroativas, assim como no início de turno.

Além das justificativas de paradas descritas, o sistema a bordo das máquinas florestais, registra automaticamente o tempo de locomoção da máquina e seu tempo efetivamente trabalhado, assim como informações captadas automaticamente da máquina como horímetro inicial e final da máquina, e o volume médio individual (VMI) no caso dos *harvesters*, cortadores florestais.

Os relatórios digitais são transferidos das máquinas florestais via *pen drive* nos finais de turno. Os arquivos gerados nas máquinas seguem o modelo StanFordD (SKOGFORSK, 2014), o que permite a comunicação entre a máquina e o computador.

Após serem extraídos das máquinas, eles são transferidos para um computador e validados pelo assistente administrativo de campo. Nesse momento são conferidos possíveis inconsistências e erros de indicação. Posteriormente, eles são transferidos para o sistema de banco de dados da empresa.

Já o fluxo de dados dos relatórios manuais possui uma etapa a mais, que consiste na digitação linha a linha do relatório manual pelo assistente administrativo de campo para alimentação do banco de dados da empresa.

Os relatórios manuais foram utilizados até o final do ano de 2017, quando iniciou o uso de relatórios digitais, StanForD.

Tabela 1 - Principais campos do relatório de eficiência operacional.

Talhão	Material espécie	Fornecedor	Máquina	Data produção	Tumo	Horímetro (início)	Horímetro (fim)	VMI (m³)	Nº árvores	Causa do desvio	Descrição	Início real (hora)	Fim real (hora)
A0A	PINUS	Módulo 10	01	01/08/2019	1	11.942,1	11.950,3	0,710	0	F218	Reun./DDS/Palest./Ginást/Trein	06:00:00	06:30:00
A0A	PINUS	Módulo 10	01	01/08/2019	1	0,0	0,0	0,000	0	F007	Locomoção de Pessoal	06:30:00	06:45:00
A0A	PINUS	Módulo 10	01	01/08/2019	1	0,0	0,0	0,000	0	F217	Check List	06:45:00	07:00:00
A0A	PINUS	Módulo 10	01	01/08/2019	1	0,0	0,0	0,000	0	F015	Trabalhando (hora prog)	07:00:00	08:00:00
A0A	PINUS	Módulo 10	01	01/08/2019	1	0,0	0,0	0,000	0	F012	Refeição	08:00:00	08:15:00
A0A	PINUS	Módulo 10	01	01/08/2019	1	0,0	0,0	0,000	410	F015	Trabalhando (hora prog)	08:15:00	10:38:00
A0A	PINUS	Módulo 10	01	01/08/2019	1	0,0	0,0	0,000	0	F001	Abastecimento/Lubrificação	10:38:00	10:55:00
A0A	PINUS	Módulo 10	01	01/08/2019	1	0,0	0,0	0,000	0	F015	Trabalhando (hora prog)	10:55:00	12:24:00
A0A	PINUS	Módulo 10	01	01/08/2019	1	0,0	0,0	0,000	0	F040	Produção em Horário de Almoço	12:24:00	13:24:00
A0A	PINUS	Módulo 10	01	01/08/2019	1	0,0	0,0	0,000	0	F026	Hora efetiva Apoio	13:24:00	14:00:00
A0A	PINUS	Módulo 10	01	01/08/2019	1	0,0	0,0	0,000	0	F015	Trabalhando (hora prog)	14:00:00	15:20:00
A0A	PINUS	Módulo 10	01	01/08/2019	1	0,0	0,0	0,000	0	F017	Troca de Turno	15:20:00	15:30:00
A0A	PINUS	Módulo 10	01	01/08/2019	2	11.950,3	11.957,6	0,710	0	F218	Reun./DDS/Palest./Ginást/Trein	15:30:00	15:50:00
A0A	PINUS	Módulo 10	01	01/08/2019	2	0,0	0,0	0,000	0	F217	Check List	15:50:00	16:00:00
A0A	PINUS	Módulo 10	01	01/08/2019	2	0,0	0,0	0,000	600	F015	Trabalhando (hora prog)	16:00:00	20:00:00
A0A	PINUS	Módulo 10	01	01/08/2019	2	0,0	0,0	0,000	0	F012	Refeição	20:00:00	21:00:00
A0A	PINUS	Módulo 10	01	01/08/2019	2	0,0	0,0	0,000	0	F015	Trabalhando (hora prog)	21:00:00	00:40:00
A0A	PINUS	Módulo 10	01	01/08/2019	2	0,0	0,0	0,000	0	F017	Troca de Turno	00:40:00	01:00:00
A0A	PINUS	Módulo 10	01	02/08/2019	1	11.957,6	11.965,9	0,710	0	F001	Abastecimento/Lubrificação	11:43:00	12:05:00
A0A	PINUS	Módulo 10	01	02/08/2019	1	0,0	0,0	0,000	0	F040	Produção em Horário de Almoço	12:05:00	13:05:00
A0A	PINUS	Módulo 10	01	02/08/2019	1	0,0	0,0	0,000	525	F015	Trabalhando (hora prog)	13:05:00	15:20:00
A0A	PINUS	Módulo 10	01	02/08/2019	1	0,0	0,0	0,000	0	F017	Troca de Turno	15:20:00	15:30:00
A0A	PINUS	Módulo 10	01	02/08/2019	1	0,0	0,0	0,000	0	F015	Trabalhando (hora prog)	09:34:00	11:43:00
A0A	PINUS	Módulo 10	01	02/08/2019	1	0,0	0,0	0,000	0	F218	Reun./DDS/Palest./Ginást/Trein	06:00:00	06:10:00
A0A	PINUS	Módulo 10	01	02/08/2019	1	0,0	0,0	0,000	0	F007	Locomoção de Pessoal	06:10:00	06:25:00
A0A	PINUS	Módulo 10	01	02/08/2019	1	0,0	0,0	0,000	0	F217	Check List	06:25:00	06:40:00
A0A	PINUS	Módulo 10	01	02/08/2019	1	0,0	0,0	0,000	0	F015	Trabalhando (hora prog)	06:40:00	08:00:00

Fonte: Adaptado banco de dados empresa (2019).

### 3.3 Levantamento histórico

A área de colheita florestal possui grande dinamismo e extensão, uma vez que os módulos se deslocam constantemente, projetos de melhorias do processo são implantados em campo e o número de módulos de colheita florestal é levado, totalizando 18.

A fim de compreender os fatores que influenciam a qualidade de informação na colheita florestal, realizou-se um levantamento histórico dos eventos e projetos realizados na área ao longo de 2017 a 2019. Para isso, foram realizadas coletas de informações com os funcionários da área de colheita florestal e também da área de projetos florestais.

### 3.4 Avaliação de qualidade de informação

A avaliação da qualidade de informações operacionais foi realizada a partir mapeamento de erros de horímetro das máquinas florestais.

Os módulos de Colheita Florestal operam em dois turnos diários, os quais contabilizam 17,5 horas de jornada, excetuando-se as horas de refeição. Desse modo, a variação entre o horímetro final e inicial de cada turno não deve ultrapassar 9 horas, considerando que o primeiro turno difere alguns minutos do segundo.

Tomando como base o limite máximo de horas de um turno como 9, realizou-se o mapeamento da variação de horímetro acima desse valor. Para isso, calculou-se uma variação  $\delta$  entre o horímetro final e inicial de cada turno, e foi verificado se  $\delta > 9$ . Se positivo o retorno ( $\delta > 9$ ), uma observação acima do limite máximo de horas permitidas foi contabilizada.

A regra descrita foi aplicada para toda a base de dados, de 2017 a 2019 para os 3 módulos do sistema *cut-to-length*. Os resultados foram agrupados mensalmente, resultando em uma base de contagem de erros mensais.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do mapeamento de erros de horímetro obteve-se uma curva de maturidade para cada módulo avaliado, 01, 02 e 03. A curva de maturidade representa o acúmulo de erros de lançamento de horímetro das máquinas de 2017 a 2019, mostrando os momentos de erros crescentes e estabilização dos mesmos (Figura 4).

Constata-se que para ambos módulos a curva de maturidade apresenta taxa elevada de acúmulo de erros nos anos de 2017 e 2018. De maneira geral, a estabilização acontece a partir do final de 2018.

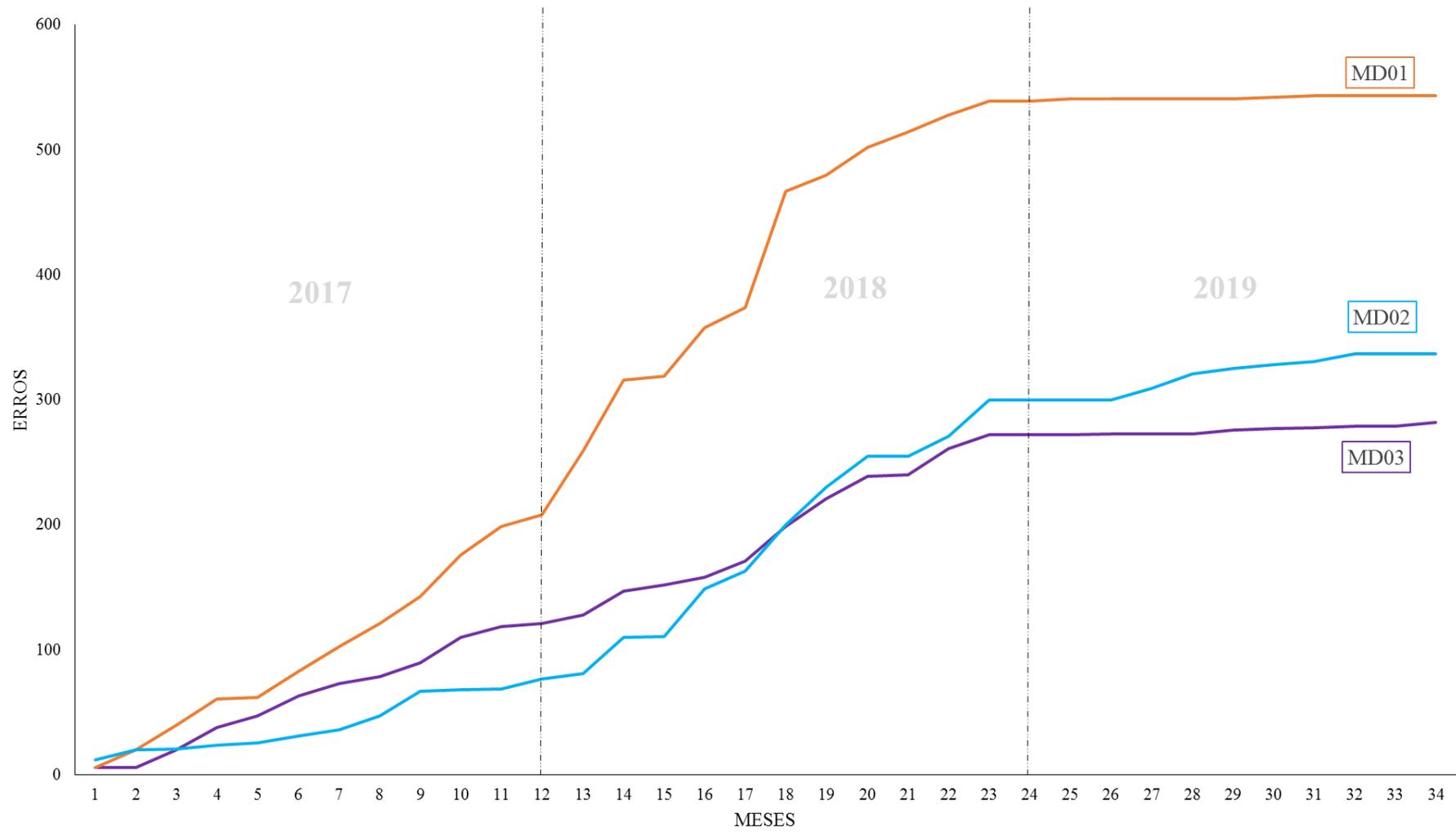
Entre os anos de 2017 e 2019 uma série de eventos ocorreu para que a maturidade da informação de horímetro, ou seja, diminuição de erros de lançamento fosse alcançada. Nesse período houve a mudança de formato de relatórios, de manuais para digitais, aperfeiçoamento de lançamento de relatórios digitais, treinamento de assistentes administrativos de campo e a implantação de um projeto denominado Ranking dos Administrativos. A tabela 2 demonstra os principais eventos que ocorrem no período avaliado, 2017 a 2019.

Tabela 2 - Principais eventos que ocorreram nos módulos 01, 02 e 03 (MD01, MD02 e MD03, respectivamente), entre 2017 e 2019.

<b>Eventos</b>	<b>MD 01</b>	<b>MD 02</b>	<b>MD 03</b>
Início Relatório Digital	04/2017	07/2017	08/2017
Efetivação Relatório Digital	07/2017	11/ 2017	12/2017
Início Ranking Administrativo	02/2018	02/2018	02/2018
Efetivação Ranking Administrativo	07/2018	07/2018	07/2018
Início Acompanhamento Administrativos	10/2018	10/2018	10/2018

Fonte: Do autor (2019).

Figura 4 - Curva de maturidade para os módulos 01, 02 e 03.



Fonte: Do autor (2019).

Todos módulos do sistema de toras curtas (*cut-to-length*), incluindo o 01, 02 e 03, passaram por um momento de transição, no qual houve a substituição de relatórios de eficiência operacional. Os relatórios manuais foram substituídos por relatórios digitais StanForD (SKOGFORSK, 2014).

O módulo 01 (MD01) iniciou a mudança em 04/2017, representada no gráfico entre os meses 3 e 5. A efetivação do uso dos relatórios digitais no módulo se deu em 07/2017, mês 7 do gráfico (figura 4). Contudo, a implantação não diminuiu o acúmulo de erros de horímetro para o mesmo.

O módulo 2 (MD02) iniciou a implantação de relatórios digitais em 07/2017, intervalo entre 5 e 7 meses no gráfico, demonstrado pela figura 4. Sua efetivação aconteceu em novembro de 2017, mês 11 na curva. Para o módulo, percebe-se uma redução da taxa de acúmulo de erros entre os meses 9 e 13, intervalo logo após a implantação. No entanto, a partir do mês 13 observa-se um novo acréscimo de erros.

Já módulo 3 (MD03) teve o início de implantação dos relatórios digitais em agosto de 2017, intervalo entre os meses 7 e 9 do gráfico apresentado (figura 4). O uso efetivo dos relatórios digitais aconteceu em dezembro de 2017, intervalo entre os meses 11 e 13 do gráfico. Assim como o módulo 1, não houve redução de acúmulo de erros de horímetro.

Além da implantação de relatórios digitais de eficiência operacional nos 3 módulos, medidas sucessivas em relação a leitura e armazenamento no banco de dados dos mesmos foram tomadas para que a qualidade da informação fosse melhorada.

Inicialmente, os relatórios de eficiência operacional, extraídos no formato de arquivos \*.drf das máquinas do sistema *cut-to-length* eram lidos a partir de planilhas eletrônicas extratoras. No ano de 2018, as planilhas extratoras passaram por um processo de aprimoramento por meio de novas versões. Além disso, criou-se um procedimento de lançamento direto dos arquivos \*.drf no sistema de bancos de dados da empresa. Essa mudança representou uma maior automatização no processo de leitura e lançamento dos arquivos, o que acarreta um número menor de etapas para lançamento de dados, o que gera menor possibilidade de erro.

Apesar da implantação de relatórios digitais de eficiência e a implementação de melhorias no processo de lançamento de dados, o resultado de estabilização dos acúmulos de erro de lançamento aconteceu, majoritariamente, devido ao projeto Ranking Administrativo.

No ano de 2018, em fevereiro, começou a estruturação do projeto. Por um período de 6 meses foram estudadas todas as atividades dos assistentes administrativos dos módulos de colheita florestal. A partir disso, em julho de 2018 o ranking começou a ser usado, de maneira

que os administrativos com lançamentos de informações operacionais no sistema em dia e com informações de qualidade (dentro dos limites adequados para cada variável) garantissem melhores posições no Ranking Administrativo.

Porém, a estabilização da curva de maturidade para os módulos veio entre outubro e novembro de 2018, intervalo entre os meses 22 e 23 do gráfico (figura 4). Nesse momento foi incluído ao projeto Ranking Administrativo a realização da conferência diária das informações operacionais no sistema, na qual todas as informações eram avaliadas quanto aos dias de lançamento dos relatórios de eficiência e produção, limite de horímetro em um turno de trabalho (menor ou igual a 9 horas), dentre outras questões.

Além do Ranking Administrativo, um aspecto que ocorreu durante o ano de 2018 em relação aos administrativos de campo foi a realização de diversos treinados que enfatizaram a importância da qualidade de informação fornecida pelos módulos de colheita florestal. A eles foi fornecida uma visão detalhada do sistema, na qual abordou-se o porquê da necessidade de informações corretas e o quanto os erros de horímetro, mapeados no presente trabalho, e outras variáveis que podem afetar indicadores e por consequência, as tomadas de decisão dos gestores.

Assim, a informação segue um fluxo do campo para o banco de dados, e a partir do mesmo tem-se dados disponíveis para a construção de indicadores, sendo os principais: produtividade (ton/h), disponibilidade mecânica (%) e eficiência operacional (%). Para o indicador produtividade o uso da informação de horímetro resulta nas horas totais de trabalho, as quais serão a base, juntamente com a produção, para cálculo.

Os indicadores são a base para a gestão da área de colheita florestal, no âmbito de alocação de recursos e pessoas, e resultados alcançados. Dessa maneira, o uso de informações incorretas pode distorcer a realidade de campo e acarretar tomadas de decisão errôneas.

Assim, é importante que o projeto Ranking administrativo permaneça em funcionamento e que as informações operacionais continuem sendo monitoradas diariamente para a manutenção da qualidade de informação. Além disso, aliado ao Ranking Administrativo, os treinamentos junto aos assistentes administrativos deve continuar e ser estendido aos operadores das máquinas florestais, para que dessa maneira seja enfatizado a importância das informações vindas dos relatórios operacionais.

Além disso, a continuação da curva de maturidade para erros de lançamento de horímetro, assim como a construção de novas curvas incluindo outros módulos de Colheita Florestal, é essencial. A partir da mesma, pode-se gerir a qualidade de informações

operacionais existentes, além de ser aplicável para outras variáveis de interesse da área de Colheita Florestal.

## **5 CONCLUSÃO**

O presente trabalho permitiu concluir que o uso de novas tecnologias, como os relatórios digitais de eficiência operacional, não garante a qualidade de informação. A mesma é resultado do acompanhamento diário das informações, representado pelas atividades desenvolvidas no projeto Ranking Administrativo. Além disso, concluiu-se também que a realização de treinamentos dos administrativos de campo é fundamental para a qualidade de informação, uma vez que permite o entendimento de processos e enfatiza a importância das informações operacionais.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Berlin, v. 22, n. 6, p. 711–728, Jan. 2014.
- FIEDLER, N. C. et al. Operational analysis of mechanical cut-to-length forest harvesting system. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 41, n. 3, p. 1-8, 2017.
- FIEDLER, N. C.; ROCHA, E. B.; LOPES, E. S. Análise da produtividade de um sistema de colheita de árvores inteiras no norte do estado de Goiás. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 4, p. 577-586, out./dez. 2008.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório 2019**. São Paulo: IBÁ, 2019. 79 p.
- KRIEF, F. (Ed.). **Communicating embedded systems: networks applications**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2013. 320 p.
- LINHARES, M. et al. Eficiência e desempenho operacional de máquinas harvester e forwarder na colheita florestal. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 212-219, abr./jun. 2012.
- 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**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 124-129, 2000.
- MACHADO, C. C. **Colheita florestal**. Viçosa: Ed. UFV, 2002. 468 p.
- \_\_\_\_\_. **Exploração florestal**. 4. ed. Viçosa: Ed. Ed. UFV, 1985. 60 p.
- MALINOVISK, J. R.; CAMARGO, C. M. S.; MALINOVSKI, R. A. Sistemas. In: MACHADO, C. C. (Org.). **Colheita florestal**. 2. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2008. cap. 6, p. 161-184.
- MALINOVSKI, J. R.; MALINOVSKI, R. A. **Evolução dos sistemas de colheita de Pinus na Região Sul do Brasil**. Curitiba, FUFPEF, 1998. 138 p.
- MÜLLER, A. F.; JAEGER, D.; HANEWINKEL, M. Digitization in wood supply: a review on how Industry 4.0 will change the forest value chain. **Computers and Electronics in Agriculture**, Amsterdam, v. 162, p. 206–218, 2019.
- PONSSE. Produtos. **Ponsse**, Finland, 2019. Disponível em: <<https://www.ponsse.com/pt/produtos#/>>. Acesso em: 2 out. 2019.
- SILVA, C. B.; SANT'ANNA, C. M.; MINETTI, L. J. Avaliação ergonômica do “feller-buncher” utilizado na colheita de eucalipto. **Cerne**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 109-118, 2003.
- SILVA, E. N. et al. Evaluation of costs of two harvester models in the cut of Eucalyptus. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 741-748, jul./set. 2014.

SIMÕES, D.; FENNER, P. T.; ESPERANCINI, M. S. T. Avaliação técnica e econômica da colheita de florestas de eucalipto com harvester. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 88, p. 611-618, dez. 2010.

SKOGFORSK. StanForD. **Skogforsk**, [S.l.], 2014. Disponível em: <<https://www.skogforsk.se/english/projects/stanford/>>. Acesso em: 10 out. 2019.

U.S. FOREST SERVICE. **Forest Operations Equipment Catalog**. Washington: United States Department of Agriculture, 2019. Disponível em: <<https://www.fs.fed.us/forestmanagement/equipment-catalog/index.shtml>>. Acesso em: 20 out. 2019.

UUSITALO, J. **Introduction to forest operations and technology**. Tampere: JVP Forest Systems, 2010. 287 p.