



O PROGRAMA FORESTER

Tese de diploma 2012:24

Ktipping in ktena gattrings - estudo do desempenho do castor- da-floresta

*Corte no início do desbaste - um estudo de
desempenho do castor-da-floresta*



Jesper Key

Ceifa em desbastes - estudo do desempenho do castor-da-floresta

Corte no desbaste inicial - um estudo de desempenho do castor-da-floresta

Jesper Key

Supervisor: Hans Högberg

Examinador Eric Sundstedt

:

Âmbito: 15 créditos

Nível e especialização: Primeiro ciclo, com pelo menos 60 créditos em cursos de primeiro ciclo como requisitos de entrada Título do curso: Licenciatura em Silvicultura

Código do curso: EX0624

Programa/ensino: Programa de Mestrado em Silvicultura

Local de publicação: Skinnskatteberg Ano

de publicação: 2012

Publicação eletrônica: <http://stud.epsilon.slu.se> Palavras-

chave: pequenas árvores, combustível florestal, biogalação



Universidade Sueca de
Ciências Agrícolas Faculdade
de Silvicultura Escola de
Silvicultura

PREÂMBULO

Quando optei por realizar o seguinte projeto de licenciatura, havia duas razões para isso. Em primeiro lugar, era necessário realizar um projeto de licenciatura de 15 créditos na Escola Superior de Silvicultura de Skinnskatteberg e, em segundo lugar, era necessário realizar um estudo sobre a nova máquina de colheita de bioenergia Forest ebeaver.

15 créditos significam um total de 10 semanas de estudos a tempo inteiro, que foram realizados como um curso de verão no verão de 2012, tendo como cliente a empresa Ebeaver AB.

Gostaria de agradecer ao meu cliente e pessoa de contacto na Ebeaver AB, Johan Dagman, que forneceu material e dados para o estudo. Gostaria também de agradecer ao meu supervisor na Escola Sueca de Silvicultura, Hans Högberg, que me ajudou e apoiou neste processo. Por último, gostaria também de agradecer aos empreiteiros interessados que se ofereceram para conduzir e discutir o que tornou este estudo possível.

ÍNDICE DE CONTEÚDOS

1	RESUMO.....	1
2	INLEDXING.	3
2.1	Arranque	3
2.2	Combustíveis florestais	4
2.3	Sistemas de recolha de combustível florestal.	5
2.4	Desbaste.	7
2.5	Objetivo do estudo	9
3	MATERIAIS E MÉTODOS	11
3.1	Medição das existências antes da colheita	11
3.2	Acções e programas de estudo	11
3.3	Deriva.....	12
3.4	Medição das existências após a colheita	14
3.5	Medições na máquina	15
4	RESULTADOS.....	17
4.1	Resultados e desempenho do desbaste.....	17
4.2	O stock após a retirada	17
4.3	Anteparos	19
4.4	Resultados financeiros	19
5	DISCUSSÃO.....	21
5.1	Existências remanescentes.	21
5.2	Desempenho e economia.	21
5.3	Outras prestações e objectos adequados	21
5.4	Pontos fracos e estudos adicionais.....	22
6	SAMMAhíFATTNIhíG.....	25
7	LISTA DE REFERÊNCIAS.....	27
7.1	Publicações.....	27
7.2	Documento Internet.	28

1 RESUMO

O Forest ebeaver está equipado como uma máquina de colheita de bioenergia, tem aproximadamente quatro metros e meio de comprimento e pesa pouco mais de duas toneladas. O principal objetivo deste relatório é descobrir se uma máquina de pequenas dimensões como a Forest ebeaver pode ser utilizada de forma rentável no desbaste precoce. Para tal, foi efectuado um estudo utilizando a máquina para desbastar um povoamento de pinheiros jovens.

2 INTRODUÇÃO

O interesse pelas novas tecnologias que beneficiam o ambiente e a economia quando se trabalha na floresta está a aumentar e, atualmente, podem ser vistos no mercado vários sistemas de máquinas inovadores. No entanto, o objetivo deste estudo não é comparar diferentes sistemas de máquinas novas, mas **sim** comparar o Forest ebeaver com os actuais sistemas de máquinas convencionais para desbaste. Neste capítulo, portanto, serão apresentados os antecedentes do desbaste e os métodos comuns de desbaste.

2.1 Arranque

O desbaste é efectuado para desbastar entre os troncos, distribuindo assim os recursos de crescimento disponíveis por um menor número de troncos seleccionados. Desta forma, o crescimento em diâmetro das árvores é favorecido e estas tornam-se mais estáveis. A diferença entre este e o desbaste convencional é o facto de não ser extraída madeira durante o desbaste. No entanto, esta fronteira está a tornar-se cada vez mais ténue, uma vez que a madeira para fins energéticos é por vezes extraída em algumas clareiras (Pettersson et al., 2007).

Com a Lei Florestal de 1979, que continha regras obrigatórias em matéria de desmatamento, a área desmatada aumentou significativamente e a montanha de desmatamentos construída na **década de 1970** foi reduzida. Em 1994, foram introduzidas novas regras que deixaram de ser obrigatórias. Este facto levou a uma redução acentuada da intensidade das limpezas, o que, por sua vez, conduziu a montanhas de limpezas semelhantes às da década de 1970. No entanto, a atividade de limpeza voltou a aumentar ligeiramente nos últimos anos (Pettersson et al., 2007).

Métodos de compensação

A serra de limpeza motorizada é, desde há muito tempo, o método de limpeza mais utilizado. Já nos anos 80, existiam algumas máquinas de limpeza sob a forma de forwarders com unidades de limpeza montadas em gruas. Estas máquinas foram um efeito do desenvolvimento tecnológico que ocorreu com a serra de limpeza nos anos 70, mas as desvantagens, sob a forma de danos no povoamento e de economia reduzida, significaram que estas máquinas nunca desempenharam um papel significativo na silvicultura (Pettersson et al., 2007).

Com as actuais montanhas de desbravamento, continuam os desenvolvimentos para tornar o desbravamento mais eficiente. A Husqvarna lançou uma serra de vara com barra de serra e corrente, montada na parte de trás, destinada ao desbravamento, que, de acordo com os testes efectuados, deverá ser capaz de competir com a serra de desbravamento tradicional, especialmente em povoamentos densos e de desbaste grosseiro (Pettersson et al., 2007).

Foram também experimentados em vários locais diferentes tipos de limpeza de matos para tornar o trabalho de limpeza mais eficiente. Foi demonstrado que a limpeza mecânica combinada com a limpeza selectiva motorizada entre os ramos permite obter um custo de limpeza de pouco menos de metade do custo da limpeza motorizada (Rosander, 2006).

O desbravamento normal custa entre 3 000 e 4 500 SEK por ha em povoamentos de desbravamento normal. De acordo com Iwarsson Wide e Belbo (2009), nos chamados povoamentos de conflito, onde a altura média excede os 5-6 metros, o custo do desbravamento motorizado pode situar-se entre 6000 e 8000 coroas suecas por ha.

2.2 Combustíveis florestais

A silvicultura atual centra-se principalmente na produção rápida de madeira a partir de troncos para fornecer madeira para pasta de papel e toros para a indústria (Egnell, 2009). Como se percebeu que se pode obter mais de uma árvore para além da madeira do tronco, sob a forma de ramos, copas e raízes, aumentou o interesse pelas chamadas variedades energéticas.

Como as árvores inteiras podem ser colhidas no desbaste precoce em vez de apenas a madeira do tronco, o volume de colheita aumenta em 70-80%, uma vez que muita biomassa está nos ramos e nas copas das árvores pequenas (Belbo & Iwarsson Wide, 2009).

Em 2009, estimava-se que havia cerca de 1 milhão de hectares de floresta com necessidade urgente de limpeza, dos quais cerca de 470 000 hectares são considerados adequados para a extração de combustível florestal, uma vez que têm uma altura média entre cinco e nove metros, um diâmetro à altura do peito inferior a dez centímetros e uma biomassa média de cerca de 50 toneladas de matéria seca/ha (Belbo & Iwarsson Wide, 2009).

A tecnologia atual para a colheita de árvores em desbastes foi desenvolvida principalmente para colher um tronco de cada vez. No entanto, para conseguir economia com uma ceifeira em desbastes iniciais com muitos caules pequenos, é necessário poder manusear vários caules ao mesmo tempo (Egnell, 2009), o que é o caso das unidades de manuseamento de árvores múltiplas.

Métodos de extração de combustível florestal

O desbaste de pequenos povoamentos produz um produto diferente do que estamos habituados. Ao contrário, por exemplo, da madeira miúda, da talhadia, do abeto e da madeira para pasta de papel, que caem no caso de desbastes muito grosseiros (Sennblad, 2008), os sortimentos de combustíveis florestais não têm as mesmas exigências para o produto excretado. Como é frequentemente a energia que se procura nos desbastes com extração de combustível florestal, é desejável que a maior parte possível da árvore seja incluída no abate. No entanto, uma árvore não ramificada é mais volumosa durante o transporte do que uma árvore ramificada, o que torna o abate mais ineficiente.

Existem, por conseguinte, vários métodos de preparação do combustível florestal, como o corte de árvores inteiras e o corte de nós. A exploração combinada de madeira para pasta de papel e de combustível florestal está também a ser experimentada, a fim de maximizar o valor da floresta (Iwarsson Wide, 2009a).

Na colheita de árvores inteiras, as árvores inteiras são removidas utilizando uma cabeça de colheita de manuseamento de várias árvores. As árvores são manuseadas em cachos e colocadas em feixes no chão, facilitando a colheita.

No entanto, com um volume de carga de cerca de 67,96 toneladas, o transitário é ineficiente em comparação com uma extração de madeira para pasta de papel (Iwarsson Wide, 2009a).

Quando as árvores são quebradas, a roda de alimentação da cabeça processadora é utilizada para puxar várias árvores de cada vez para quebrar os ramos. O corte dos ramos implica um trabalho suplementar, mas não se considera que tenha um impacto negativo no desempenho. Isto deve-se ao facto de as árvores serem mais facilmente puxadas para o chão com a ajuda das rodas de alimentação. O arranque também é mais eficiente, uma vez que as árvores são compactadas pelo manuseamento (Iwarsson Wide, 2009a).

Uma colheita pura de madeira para celulose num povoamento desbastado significa frequentemente uma colheita mais pequena porque o diâmetro não permite mais. Os restantes troncos devem então ser limpos e deixados na floresta. Para utilizar todo o potencial de extração, pode ser feita uma extração combinada de madeira para pasta de papel e combustível florestal. Os toros são manuseados tanto quanto possível

e é colocado em duas pilhas separadas. O método é dispendioso, em parte porque têm de ser preparados dois lotes e em parte porque o transitário tem de manusear ambos os lotes. Para que o método seja economicamente viável, é necessário encontrar o local certo onde o manuseamento dispendioso valha a pena (Iwarsson Wide, 2009a).

2.3 Sistema para extração de combustível florestal

O custo do corte das florestas tem vindo a diminuir há muitos anos, mas como esta tendência foi quebrada nos últimos anos, é necessário continuar a desenvolver métodos e máquinas para aumentar a rentabilidade da silvicultura (Bergkvist, 2003). No outono de 2008, o Skogforsk estudou as três técnicas mais comuns de abate de árvores de pequeno porte na altura: a barra de serra, a lâmina de serra e a tesoura. Nessa altura, existiam na Suécia 94 veículos que trabalhavam com extração de combustível, total ou parcialmente, e destes, as tesouras de poda representavam quase 70 K e as espadas quase 20 K. As ceifeiras eram a máquina básica entre estas. No entanto, entre os ceifeiros, havia alguns forwarders e alguns tractores e escavadoras (Iwarsson Wide, 2009b).

Belbo e Iwarsson Wide (2009) realizaram um estudo no outono de 2008 num povoamento dominado por pinheiros, onde os três tipos diferentes de cabeças processadoras foram testados quanto ao seu desempenho, tanto em termos de abate como de colheita. Os três diferentes ceifeiras têm em comum o facto de estarem todos equipados com braços de acumulação para permitir o manuseamento de várias árvores ao mesmo tempo. A parte do povoamento onde funcionavam a unidade com tesoura e a unidade com lâminas de serra era constituída por 52 K de pinho, 20 96 de abeto e 28 K de folhas (principalmente de bétula). A parte em que a unidade de serração estava a funcionar tinha uma proporção mais elevada de folhas e a distribuição era, em vez disso, (T/G/L) 31/20/49. O número de troncos antes da colheita situava-se entre 5000 e 5410 troncos/ha durante todo o estudo e desceu para 1210 e 1590 troncos/ha após a colheita. Foi assim efectuada uma colheita de 4020 a 3420 caules/ha. A matéria seca por árvore era de cerca de 24,5 kg de MS/árvore antes da colheita e o mesmo valor após a colheita de cerca de 45 kg de MS/árvore. Assim, o desbaste foi efectuado em todas as partes do povoamento.

Serrador

No estudo, a cabeça processadora com barra de serra era uma Log Max 4000B que tinha sido adaptada com equipamento de acumulação. Trata-se basicamente de uma cabeça processadora normal que também pode manusear madeira para pasta de papel, uma vez que pode cortar e desbastar. No entanto, esta unidade é mais cara do que as outras.

No estudo de 2008 efectuado por Belbo e Iwarsson Wide (2009), foi utilizada uma ceifeira-debulhadora de 14 toneladas com uma grua de 11,3 metros como máquina de base para a cabeça Log Max. Verificou-se que o desempenho da cabeça processadora era 30 K superior ao das outras cabeças processadoras, o que se pensa dever-se à capacidade das rodas de alimentação para puxar os toros para baixo e à posição dos braços de acumulação. Os braços foram colocados relativamente longe das próprias garras, o que foi positivo, uma vez que criou estabilidade ao manusear muitos toros.

A cabeça de corte Log Max colheu 305,4 árvores/cabeça, o que, neste caso, significa 5,4 toneladas de MS/G

h. A cabeça de corte teve o melhor desempenho de colheita do estudo, mas só ficou em segundo lugar em termos de desempenho do transbordador, com 10,8 toneladas de MS/ha. O custo de colheita para a cabeça de serração foi de 193,26 SEK/tonelada de MS e para o forwarder de 65,27 SEK/tonelada de MS, o que totalizou 17 796 SEK por hectare.

O custo líquido final por hectare foi de 3 636 SEK (Belbo & Iwarsson Wide, 2009).

Lâmina S\$g

A segunda cabeça, uma Bracke C16.a, estava equipada com uma lâmina de serra na qual estava montada uma corrente de serra. Esta cabeça também estava equipada com braços de acumulação, mas estes estavam mais próximos das garras do que na cabeça Log Max, o que resultava numa estabilidade ligeiramente menor ao manusear os toros. Graças à lâmina rotativa, os toros podem ser limpos continuamente sem serem colhidos, se desejado. No entanto, a unidade foi considerada bastante grande e consumidora de espaço, o que poderia levar a um aumento dos danos na floresta remanescente (Belbo & Iwarsson Wide, 2009).

A unidade bracke no estudo foi operada com dois tipos de gruas diferentes, uma grua de braço dobrável e uma grua de lança. Apenas os resultados da grua de braço dobrável, com 9,7 metros, são aqui apresentados. Com esta grua, foram colhidas 198 árvores/ha, o que equivale a 3,4 toneladas de MS/ha, o que significa que o desempenho do Bracke foi o mais baixo das unidades do estudo em termos de colheita. O desempenho da ceifeira-debulhadora da Bracke foi também o mais baixo do estudo, com 9,1 toneladas de MS/Ga-h. O custo de colheita da ceifeira-debulhadora da Bracke foi de 259,68 SEK/tonelada de MS e o do forwarder de 67,2 SEK/tonelada de MS. O custo total de colheita por hectare foi de 21 651 SEK. O custo líquido final por hectare foi de SEK -1 763 (Belbo & Iwarsson Wide, 2009).

clipe

As unidades de corte podem ser divididas em dois grupos, consoante o método utilizado para cortar a árvore, guilhotina ou faca. A guilhotina corta a árvore com um movimento retilíneo que também produz um corte retilíneo, enquanto as facas, uma com um contra-apoio ou duas de cada lado, cortam a árvore. No presente estudo, foi utilizado um Naarva Gripen 1500-40E, que trabalha com o método de guilhotina. O cortador de relva é bastante barato e tem um design simples, o que o torna económico tanto em termos de funcionamento como de manutenção. No entanto, não pode cortar enquanto se desloca e é mais lento no corte do que as outras unidades (Belbo & Iwarsson Wide, 2009).

O Naarva Gripen produziu 207,8 árvores/ha no estudo, ou seja, 3,9 toneladas de MS/ha. A máquina base era um harvester de 17 toneladas com uma grua de braço dobrável de 11,3 metros de comprimento. O forwarder Naarva Gripen foi o mais eficiente, com 11,3 toneladas de DM/ha. Pensa-se que isto se deve ao facto de o operador do Naarva Gripen no estudo ter passado mais tempo a colocar estacas maiores e de ter trabalhado com uma profundidade de desbaste ligeiramente superior a 10,6 % à dos outros operadores. O custo do abate de árvores acabou por ser de 270 SEK/tonelada de MS e o do corte de árvores de 62,6 SEK/tonelada de MS, o que, no seu conjunto, ascendeu a 20 909 SEK/ha. O custo líquido final por hectare foi de 205 SEK (Belbo & Iwarsson Wide, 2009).

outros sistemas

No desbaste precoce, em que o produto final é frequentemente a estilha de madeira, a totalidade dos custos de abate deve ser coberta pelo rendimento da estilha. Em contrapartida, no abate convencional com extração de GROT, apenas uma pequena parte excedentária dos custos tem de ser imputada à extração de combustível (Hakkila), o que torna a extração muito mais rentável. Para resolver os problemas de rentabilidade, estão atualmente a ser procurados novos métodos para utilizar a biomassa da floresta de uma forma biológica e economicamente rentável (Belbo & Iwarsson Wide, 2009).

Na Finlândia, para além do método de duas máquinas com uma ceifeira-debulhadora multi-árvores e um transbordador, é também utilizado o método de uma máquina com um condutor

manuseamento de várias árvores (Laitila, 2008). O forwarder é uma máquina que pode tanto colher a madeira como transportá-la para fora. Isto deve-se ao facto de a grua da máquina, que muitas vezes se assemelha a um forwarder, estar equipada com uma unidade que pode tanto colher como carregar (Uutisalo, 2010). Na Finlândia, cerca de 50 condutores estavam em funcionamento em pequenas florestas de primeiro crescimento em 2007, em comparação com cerca de 180 ceifeiras que realizavam a mesma tarefa (Kärhä, 2006). Kärhä sugere que o condutor deve ser utilizado em parcelas com uma distância de abate inferior a 150 metros, árvores com um volume inferior a 20 dm³, quando o rendimento total é inferior a 55 m³/ha e quando a parcela tem menos de 2 ha.

Um novo sistema de colheita de combustível florestal é a máquina de base Forest ebeaver que, tal como a Figura

2.1. abaixo pode ser equipada como ceifeira-debulhadora de bioenergia. A máquina, equipada como ceifeira-debulhadora de bioenergia, tem 4,3 metros de comprimento, pouco menos de 1,4 metros de largura e pesa pouco mais de duas toneladas (Ebeaver, 2012, Link A). A máquina é controlada por rádio e o condutor caminha ao lado da máquina e dirige-a. A técnica baseia-se no corte de árvores com um diâmetro máximo de raiz de 18 cm (Kesla, 2012, Link B) com a cabeça de abate Kesla 19G acoplada, após o que as árvores são canalizadas para o caminho de corte ou para o patamar utilizando o banco de fixação da máquina. A máquina é transportada entre locais utilizando um reboque de automóvel e pode ser conduzida com uma carta de condução normal da BE.



Figura 2.1: Castor florestal equipado como ceifeira para bioenergia com uma cabeça de corte de Kesla.

Para além de poder ser equipada como colhedora de bioenergia, a máquina de base pode atualmente ser equipada para a limpeza de valas. Estão também a decorrer testes com unidades de limpeza montadas, aumentando a versatilidade da máquina.

2.4 Anel de galhardetes

O desbaste, tal como a limpeza, tem como objetivo desbastar o povoamento e distribuir os recursos de crescimento, com a diferença de que a madeira colhida é removida no desbaste. Isto deve-se ao facto de a madeira ser suficientemente grosseira para proporcionar um benefício económico líquido. Após o desbaste, as árvores aumentam tanto o seu sistema radicular como a sua massa de coníferas, o que, por sua vez, leva a um maior crescimento em diâmetro (Agestam, 2009).

O primeiro desbaste convencional é geralmente efectuado quando as árvores têm entre 10 e 15 metros de altura. Esta altura é um compromisso entre a necessidade de desbastar entre os troncos para reduzir a concorrência e a necessidade de obter madeira suficientemente grossa para proporcionar um desbaste economicamente viável (Agestam, 2009). Como já foi referido, o volume de madeira retirada aumenta cerca de 70-80% quando se retira combustível florestal em vez de madeira para pasta de papel, uma vez que grande parte do volume das árvores de pequeno porte se encontra nos ramos e nas copas (Belbo & Iwarsson Wide, 2009). Isto levaria a que o primeiro desbaste fosse antecipado, com o resultado de que as árvores remanescentes teriam uma hipótese precoce de utilizar o espaço aumentado.

Tipos de desbaste

Existem duas formas principais de descrever como escolher as árvores a remover numa operação de desbaste, o desbaste seletivo e o desbaste esquemático (Agestam, 2009).

No desbaste seletivo, é feita uma seleção ativa dos caules que devem permanecer. Isto pode ser feito, por exemplo, como desbaste de folhas, desbaste alto ou desbaste de copas. No caso do desbaste, as árvores pequenas são removidas e as grandes são deixadas. Isto é feito porque não se acredita que as árvores pequenas se desenvolvam tão bem como as grandes, e é atualmente a forma mais comum de desbaste de pinheiros e abetos. No caso do desbaste alto, as árvores de grande porte são retiradas e as pequenas são deixadas para trás. O que se considera ser o melhor do desbaste alto é a boa economia no abate que um tronco maior proporciona. O desbaste de copas consiste em remover todas as árvores cujas copas competem com os troncos principais que foram removidos. Este método é comum no desbaste de florestas de folha caduca (Agestam, 2009).

O desbaste esquemático baseia-se antes na posição da árvore na floresta. A seleção pode ser feita sob a forma de linhas ou corredores, dos quais as estradas de corte são um exemplo (Agestam, 2009).

No entanto, é raro que um tipo de desbaste seja aplicado estritamente; é frequente misturá-los para obter melhores resultados (Agestam, 2009). Por exemplo, pode ser efectuado um desbaste esquemático nos caminhos de corte e, em seguida, um desbaste no campo pode ser misturado com um desbaste esquemático entre os caminhos para obter uma cobertura razoavelmente uniforme. Isto inclui o desbaste livre, o desbaste dinamarquês e o desbaste de qualidade (Agestam, 2009).

Métodos de desbaste

No desbaste convencional, as ceifeiras-debulhadoras são atualmente utilizadas principalmente para a colheita e para o transporte todo-o-terreno, sobretudo os forwarders. A ceifeira pode trabalhar num caminho ou numa plataforma (Dahlin 2008).

Algo que afecta significativamente o desempenho do forwarder é a concentração de madeira no caminho de corte, que pode ser aumentada aumentando a profundidade de desbaste (Belbo & Iwarsson Wide, 2009) (a distância entre o centro do caminho de corte e o cepo que é cortado no final (Iwarsson Wide 2009a)).

Ceifeiras Pathfinder

A ceifeira-debulhadora de beira de estrada corta sucessivamente as estradas do povoamento a uma distância de 18-22 metros (comprimento da grua dupla), desbastando também entre as estradas. A madeira é preparada e empilhada ao longo do percurso de corte, após o que o transitário se desloca ao longo dos percursos de corte, recolhe a madeira e

transporta-a para o patamar.

Com o tempo, as árvores que se encontram na extremidade do corte terão um sistema radicular desenvolvido que tirou partido do espaço acrescido criado na estrada. Estas árvores serão endurecidas pelo vento e actuarão como proteção futura para as árvores vizinhas, pelo que também devem ser poupadas em medidas futuras. Por conseguinte, a estrada de corte deve ser suficientemente larga para permitir a passagem de uma grande máquina de colheita e de um transitário. Uma largura de cerca de quatro metros é, portanto, comum e já está incluída no primeiro desbaste (Agestam, 2009).

Com uma distância de cerca de 20 metros entre os caminhos e uma largura de cerca de 4 metros, a área de caminhos no povoamento será de cerca de 20 K. Uma vez que as árvores limítrofes beneficiam do maior acesso à luz, à água e aos nutrientes que resultam da inclusão de caminhos de corte, compensam, em certa medida, a perda de crescimento que ocorre no povoamento (Agestam, 2009). No entanto, apesar de alguma compensação, a produção total em volume do povoamento diminuirá. As medições mostram que a produção volumétrica total em povoamentos desbastados por corte é, em média, mais de 8 K inferior durante um período de nove anos após o desbaste do que em povoamentos desbastados de forma puramente selectiva (Bucht, 1981). Além disso, a área onde pode ser feita uma seleção qualitativa dos caules é reduzida.

As árvores no trajeto de corte devem ser retiradas independentemente da sua natureza e qualidade, o que torna o desbaste mais esquemático (Agestam, 2009).

Colheitadeiras para peões

Ao contrário da ceifeira-debulhadora de corte longitudinal, uma ceifeira-debulhadora montada em pé faz também uma ou duas passagens entre as estradas de corte longitudinal. A partir destas passagens, o harvester reprocessa os toros em direção à estrada de corte mais próxima, a partir da qual o transitário encaminha a madeira como habitualmente. Desta forma, a distância entre as estradas de corte pode ser aumentada para 25 a 30 metros, consoante o tamanho da máquina e o comprimento da grua (Dahlin 2008).

A produtividade diminui apenas ligeiramente quando se viaja com uma máquina de rastos em comparação com uma máquina de corte longitudinal. Ao conduzir em linhas, aproxima-se mais das árvores, o que resulta numa seleção mais precisa. A proporção de floresta onde pode ser feito um corte seletivo também aumenta à medida que a quota da estrada é reduzida.

Com duas linhas entre cada estrada de corte, uma grande quantidade de madeira será concentrada nas estradas existentes, o que tornará o transporte mais eficiente. A deslocação dos forwarders no terreno será reduzida, o que resultará em menos danos para o solo (Dahlin 2008) sob a forma de solo compactado e raízes cortadas (Agestam, 2009).

2.5 O objetivo do estudo

O objetivo do estudo era, em primeiro lugar, investigar o desempenho de um povoamento de desbaste no Forest ebeaver equipado como uma máquina de colheita de bioenergia. Em segundo lugar, os resultados das medições deviam ser comparados com os dados existentes sobre os métodos mais comuns de extração de combustível florestal atualmente. Os resultados forneceriam então respostas às seguintes questões

- Como é que uma máquina litem como a Forest ebeaver compete com outras máquinas no mercado da extração de combustível florestal?
- Poderá competir em termos de consumo de combustível na recolha de energia florestal?

- " **Quais são os pontos fortes da máquina?**
- " **Existem nichos específicos onde a máquina é particularmente útil?**
- **Qual é a melhor forma de utilizar a máquina - com ou sem caminhos?**

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Medição das existências antes da retirada

Antes do início da condução, foram colocadas parcelas de amostragem aleatórias em todo o povoamento. O raio das parcelas de amostragem foi de 5,64 metros, nos quais todas as árvores foram cortadas com uma pinça de dados Digitech Professional. As espécies e os diâmetros das árvores foram registados e uma árvore de amostra de altura foi medida em cada parcela de amostra com um Vertex IV da Haglöf Sweden.

A prospeção e a condução no povoamento foram realizadas em junho de 2012, com tempo praticamente sem chuva. No entanto, choveu nalguns dias, mas isso não afectou significativamente a condução no povoamento, uma vez que a capacidade de suporte do solo arenoso era muito boa.

3.2 Acções e programas de estudo



Figura 3.1: O povoamento com cerca de 5000 caules por hectare, tal como se apresentava antes da colheita.

A figura 3.1. acima mostra o povoamento utilizado no estudo, que era um povoamento de pinheiros puros com 16 anos de idade no município de Karlsborg no condado de Västra Götaland. O terreno, que era anteriormente utilizado como terra arável, foi plantado com cerca de 5000 pinheiros/ha que foram deixados intactos até agora. Como se pode ver no Quadro 3.1, a altura média ponderada da área basal era de 10,0 metros e o diâmetro médio de 8,7 cm antes do abate.

Quadro 3.1 Características das existências para as retiradas.

Área (ha):	1,00
Idade total (yr): Caules	16
por ha (st):	4962
Altura média (m): Diâmetro	10,0
médio (cm):	8,7

O povoamento de 1 ha foi dividido em duas parcelas de estudo de igual dimensão, como mostra a Figura 3.2 abaixo, de 0,5 ha cada, que foram medidas com um GPS portátil. Uma das parcelas de estudo, a parcela 1, foi efectuada como um desbaste convencional com um caminho de corte giratório, em que o combustível foi retirado com uma pá, e a outra parcela, a parcela 2, foi efectuada sem caminhos de corte, com um desbaste até à extremidade do povoamento.

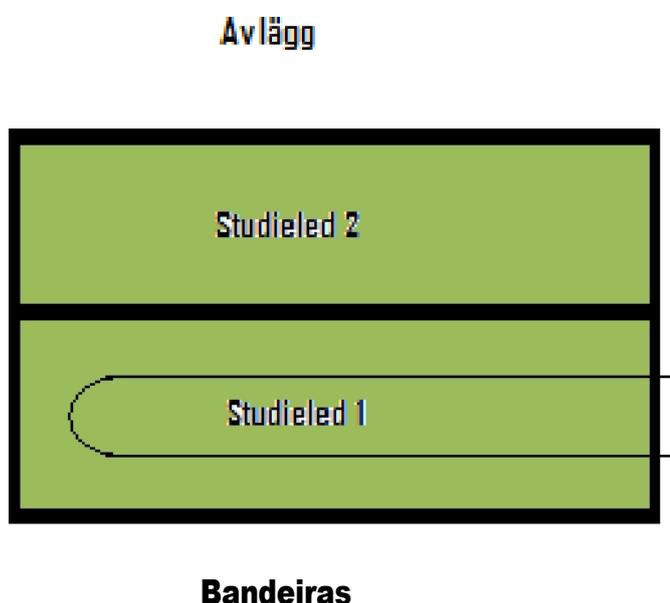


Figura 3.2: Vista geral da área com os dois trilhos de estudo, as rotas de amostragem e as saídas.

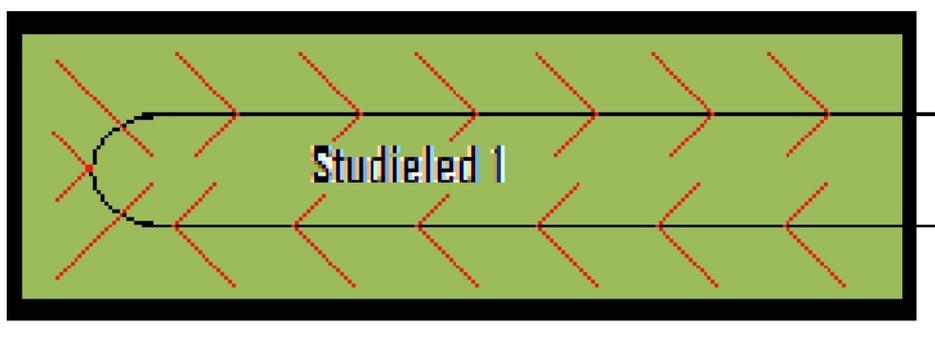
3.3 À deriva

As máquinas utilizadas para o desbaste foram duas Forest ebeavers equipadas como ceifeiras para bioenergia. Na altura do estudo, tinham funcionado durante cerca de 650 e 700 horas, respetivamente, cada uma com um operador que também conduziu as máquinas durante o estudo.



Figura 3.3 As árvores abatidas foram cortadas no centro e colocadas em grandes pilhas no trajeto de corte.

A máquina que conduziu a linha de estudo 1 com estradas de corte iniciou a condução **cortando** todas as estradas de corte. Depois disso, iniciou-se o trabalho de desbaste entre as estradas, que foi efectuado com a máquina a fazer marcha-atrás na diagonal a partir da estrada de corte, como mostra a Figura 3.4 abaixo, cortando e afastando as árvores para que a máquina pudesse continuar para dentro. Uma vez atingida a profundidade de desbaste pretendida (cerca de 10 metros), a máquina arrancava novamente enquanto as árvores eram carregadas no banco de pinças e descarregadas para a estrada de corte. A razão pela qual a máquina entrou em ângulo foi para retirar as árvores inteiras sem danificar as árvores das bordas na estrada de corte. Uma vez na estrada, as árvores foram cortadas no meio e colocadas em pilhas maiores para facilitar o abate, como mostra a Figura 3.3 acima.



1vlegg

Figura 3.4 Metodologia de trabalho para a extração de combustível florestal por estrada com castor-da-índia, em que as linhas diagonais indicam os percursos de condução.

A segunda máquina na linha de estudo 2, como mencionado, conduziu a madeira diretamente para a extremidade do povoamento, onde as árvores inteiras foram descarregadas. Para além de tomar os caminhos de corte, o fluxo de trabalho era semelhante ao da outra máquina, uma vez que as árvores também eram apoiadas ao mesmo tempo que eram cortadas, de acordo com a metodologia de trabalho apresentada na Figura 3.5 abaixo. Em seguida, eram carregadas e descarregadas na estrada de

regresso, com a diferença de que aqui o transporte de ida era iniciado quando

até ter uma carga completa. Em seguida, regressavam ao mesmo percurso para continuar a cortar até terem novamente uma carga completa ou chegarem ao fim do povoamento. A profundidade de desbaste era muito maior aqui, uma vez que não eram utilizados caminhos de corte, e era em média de cerca de 30 metros.



Figura 3.5: Metodologia de trabalho para a extração de combustível florestal sem caminhos com o Forest ebeaver, em que as linhas diagonais indicam os percursos de condução.

As árvores foram retiradas da estrada de corte na linha de estudo 1 com um Minibruunett até ao patamar, onde foram colocadas em rolos e depois cortadas. As árvores que se encontravam diretamente na extremidade do povoamento (leia-se o patamar) na linha de estudo 2 foram cortadas diretamente.

3.4 Medição das existências após a retirada

Após a conclusão da deriva, foram novamente efectuadas medições no povoamento. No entanto, desta vez os resultados foram separados entre os dois braços do estudo. No estudo 2, as parcelas foram novamente aleatorizadas e os mesmos dados que foram recolhidos antes da colheita foram também recolhidos agora. Em contrapartida, no caminho de estudo 1, as parcelas foram dispostas entre os percursos de amostragem. O raio de 5,64 metros foi utilizado sempre que possível e foi ligeiramente reduzido nos casos em que as áreas acabariam parcialmente nos caminhos devido ao espaçamento entre caminhos. O comprimento do caminho foi medido com um GPS portátil a partir do centro do caminho. A largura do caminho foi medida como uma média da largura entre os bordos exteriores do caminho em 25 pontos selecionados aleatoriamente.

A profundidade de desbaste foi estimada como sendo metade da distância entre o centro do trajeto de corte e o centro do trajeto de corte seguinte. Para todas as medições de distância com medições ponto a ponto, foi utilizado um Vertex IV juntamente com o Transponder T3.

³Os valores de conversão utilizados para a conversão de mrs para m fo e toneladas de MS são retirados de Belbo e Iwarsson Wide (2009), a fim de tornar as comparações entre os dois estudos tão justas quanto possível. ³³Os valores utilizados são assim: 2,5 m s/m f e 5,8 mrs/tTS.

3.5 danos na máquina

O custo

De acordo com o contratante, o custo do Forest ebeaver na altura do estudo era de 500 SEK/h e o do transitário de 525 SEK/h. Na altura do estudo, o comprador do combustível florestal pagava 92 coroas suecas/m³ pelo combustível não acondicionado no local.

Estudo do tempo e outras medições

Foi efectuado um estudo de tempo para o funcionamento das duas linhas de estudo, a fim de calcular o seu desempenho e custo. O estudo do tempo baseou-se nos contadores de horas incorporados nas máquinas, que têm uma precisão de um décimo de hora, ou seja, seis minutos. As pequenas interrupções, como o reabastecimento de combustível e as pequenas pausas quando a máquina estava ao ralenti, foram registadas separadamente para **calcular o tempo de deslocação.**

O tempo também foi medido para o transbordador e o triturador para se ter uma ideia da eficiência destas operações após o processamento com o Forest ebeaver.

O consumo de combustível também foi medido durante o estudo com o Forest ebeaver. A máquina foi totalmente abastecida no arranque, após o que todos os reabastecimentos foram registados para obter a quantidade total de combustível consumido.

4 RESULTADO

4.1 A saída de desbaste e o desempenho

Como se pode ver no quadro 4.1, a extração nas duas secções de estudo foi de cerca de 3000 caules por hectare, um pouco menos na secção de corte e um pouco mais na secção de moldagem. O diâmetro médio dos caules colhidos foi de 8,1 cm para a secção de corte e de 7,9 cm para a secção de abate, o que dá um teor médio de matéria seca por árvore de 23,9 e 19,6 kg, respetivamente.

O desempenho foi mais diferente e, na secção de corte em comprimento, foram abatidas 37 árvores por hora de caminhada, em comparação com 50 árvores na secção de abate. Isto resultou num desempenho de abate de 0,89 toneladas de matéria seca por hora de deslocação quando se utilizaram estradas de corte no comprimento, e o mesmo valor quando a madeira foi abatida foi de 0,99 toneladas de matéria seca por hora de deslocação.

Quadro 4.1: Descrição dos resultados e do desempenho dos dois programas de estudo.

	Linha de estudo 1 Secção do percurso	Curso de estudo 2 Secção de humor
Área (ha):	0,50	0,50
Caules por ha (peças):	2957	3171
³ Retirada total por programa de estudo (m s):	204	181
DM por ha (toneladas):	70,7	62,2
Ts por árvore (kg):	23,9	19,6
Diâmetro médio (cm):	8,1	7,9
Árvores por -h (toneladas):	37,2	50,2
TS por -h (toneladas):	0,89	0,99
-h por ha (h):	79,5	63,1
Consumo de combustível por-h (l):	2,6	2,5
Consumo de combustível por ha (l):	205,9	156,8
Consumo de combustível por tonelada de matéria seca extraída (l):	2,9	2,5

O consumo de combustível por hora de trabalho foi de 2,6 litros para a secção de corte e de 2,5 litros para a secção de enrolamento, o que representa um valor ligeiramente inferior a 206 e 157 litros por hectare, respetivamente. Por tonelada de matéria seca colhida, o consumo de combustível foi de 2,9 litros para a secção de corte e de 2,5 litros para a secção de enrolamento.

4.2 O stock após a retirada

De acordo com o quadro 4.2 abaixo, o povoamento após a colheita tinha um pouco mais de 2 000 caules por ha na secção de corte longitudinal e um pouco menos de 1 800 caules na secção de abate, como mostra a figura 4.1 abaixo. Com base no número de

caules, isto deu uma intensidade de desbaste de 60 K e 64 K, respetivamente, para as secções de corte em comprimento e de abate. O diâmetro médio do povoamento após o corte foi de 9,5 cm para

para a secção do percurso de corte e 10,0 cm para a secção de moldagem, ou seja, superior à da amostra, o que dá uma relação de desbaste de 0,86 e 0,80. O desbaste foi assim efectuado sob a forma de um desbaste de talhadia.

Quadro 4.2 Descrição do stock pós-extração para os dois braços do estudo.

	Linha de estudo 1 Secção do percurso	Curso de estudo 2 Secção de humor
Área (ha):	0,50	0,50
Caules por ha (peças):	2005	1791
Altura média ponderada da superfície do solo (m):	10,0	11,0
Diâmetro médio (cm):	9,5	10,0
Comprimento da trajetória (m):	240,0	
Largura da via (m):	4,3	
Quota da via (%):	21 %	
Profundidade de desbaste (m):	9,4	30
Força de desbaste do número de caules (%):	60 %	64 %
Quota de desbaste:	0,86	0,80

A largura média do caminho de corte na secção de corte foi de 4,3 metros e, com o seu comprimento de 240 metros, cobriu 21 96 do povoamento. A profundidade de desbaste na secção de corte foi de 9,4 metros, contra 30 metros na secção de abate.



Figura 4.1: O povoamento após o desbaste, aqui a parte de montículo com quase 1800 caules por ha.

4.3 Anteparos

O forwarder retirou a madeira da secção de corte em comprimento (secção de estudo 1), que incluía um total de 240 metros de corte em comprimento. ³Como se pode ver no quadro 4.3 abaixo, foram retirados 204 m de madeira na secção de estudo em seis horas de trabalho, o que resultou num rendimento de 5,9 toneladas de DM por Gö-h.

Tabela 4.3: Desempenho do transitário para a rota de estudo 1 (secção do caminho).

	Studeled 1
Área (ha):	0,50
Tempo no objeto (h):	6
³ toneladas	204
de MS rejeitadas por hora (toneladas):	5,9

4.4 Resultados económicos

No cálculo económico que se segue, apenas são apresentados os valores relativos aos custos de colheita e às receitas do combustível florestal colhido. Os outros custos, como os custos administrativos, os custos de deslocação, etc., são incluídos nos custos de cada máquina.

O custo total do abate por hectare para a secção de corte longitudinal e para a secção de abate foi de 4 064 SEK e 34 032 SEK por hectare, respetivamente, como mostra o quadro 4.4. O custo do abate da secção de corte em comprimento ascendeu a pouco mais de 6 300 SEK por hectare. As receitas provenientes do combustível florestal para a secção de corte longitudinal foram de pouco menos de 38 000 SEK por ha e para a secção de abate de árvores de pouco mais de 33 000 SEK por ha, o que, em última análise, resultou numa perda líquida de 9 658 SEK e 839 SEK por ha, respetivamente, ou seja, um custo.

Quadro 4.4: Custo dos diferentes componentes do combustível e receitas do combustível florestal.

	Linha de estudo 1 Secção do percurso	Curso de estudo 2 Secção de humor
Custo de abate por ha (SEK):	41064	34032
Custo do abate por tonelada de DM (SEK):	581	547
Custo da desflorestação por ha (SEK):	6325	
Custo do transitário por tonelada de DM (SEK):	89	
Custo total da colheita por ha (SEK):	47390	34032
Custo total da deriva por tonelada de DM (SEK):	670	547
Receitas de combustível florestal por ha (SEK):	37732	33193
Receitas de combustível florestal por tonelada de DM (SEK):	533,6	533,6

Total líquido por hectare (SEK):	-9658	-839
Total líquido em toneladas de matéria seca	-136,6	-13,5

5 DISCUSSÃO

5.1 Existências remanescentes

O povoamento após a colheita difere claramente entre as duas secções de estudo. O número de caules em ambas as secções é o mesmo, mas como as estradas de corte na secção de corte também estão incluídas, os caules entre as estradas serão mais densos do que na secção de abate. Por conseguinte, não é necessária uma taxa de extração tão elevada como a da secção de corte para atingir a esparsidade desejada, razão pela qual podem ser deixados mais caules para o segundo corte, aumentando a taxa de extração líquida. No entanto, no presente estudo, foram colhidos mais caules na secção de abate do que na secção de corte. No entanto, esta colheita foi selectiva e concentrou-se nos caules mais pequenos, razão pela qual o volume colhido na secção de corte foi, no entanto, mais elevado.

5.2 Desempenho e economia

Verificou-se que a máquina retirava mais 35 96 árvores por hora na secção de abate do que na secção de corte. Calculado com base na MS por hora de trabalho, o desempenho foi cerca de 11 K melhor na secção de abate, apesar de as árvores com menor teor de MS terem sido removidas na secção de abate. Uma razão para o desempenho inferior na secção de corte em comprimento pode ser o facto de as árvores terem sido cortadas a meio para facilitar a remoção dos troncos de dez metros de comprimento. No entanto, esta operação não deveria ser mais barata se fosse efectuada com um forwarder equipado com uma serra de garra, uma vez que, neste caso, um forwarder é mais caro por hora do que o Forest ebeaver.

Por conseguinte, pode concluir-se que o Forest ebeaver é mais eficiente e deve ser utilizado principalmente em povoamentos em que a madeira pode ser desbastada diretamente para o local de abate, em vez de ser utilizada como um método convencional de corte no comprimento com abate no local de abate. No entanto, para determinar a profundidade de desbaste ideal, é necessário um estudo alargado para investigar esta questão.

Quando o Forest ebeaver é comparado com os principais métodos convencionais actuais de colheita de combustível florestal, os resultados variam ligeiramente. Tanto o Log Max como a cabeça processadora Naarva obtêm uma melhor colheita líquida por hectare do que ambos os métodos estudados com o Forest ebeaver. A unidade de corte deste estudo, por outro lado, resiste razoavelmente bem à concorrência e consegue uma colheita líquida superior à da unidade Bracke. No entanto, algo que não está incluído nestes cálculos são os custos de deslocação e os custos de investimento das máquinas. Uma soma que deveria ser razoavelmente mais baixa para o Forest ebeaver, graças ao preço de compra mais baixo e aos custos de deslocação mais económicos.

Pode também ser feita uma comparação com o desbravamento convencional, que é provavelmente o método utilizado em sítios relativamente pequenos, onde o custo de deslocação de uma ceifeira e de um forwarder é demasiado elevado. Num povoamento semelhante ao do estudo, em que a altura é superior a 5-6 metros, o desbaste pode custar entre 6 000 e 8 000 coroas suecas por hectare. Com o Forest ebeaver, seria possível reduzir os custos entre 5 000 e 7 000 coroas suecas por hectare, o que poderia ser a diferença entre a realização ou não da medida.

5.3 Outras prestações e artigos adequados

Para além do facto de o desbaste sem estradas de arrastamento ter dado o melhor resultado líquido numa operação de ebeaver florestal atual, existem também outras

vantagens a favor da utilização de um método sem estradas de arrastamento nos primeiros desbastes. No caso do corte em comprimento, é efectuado um grande corte esquemático em que as árvores são abatidas devido à sua posição e não devido à sua má qualidade. Por conseguinte, a medida não favorecerá o aumento da qualidade do povoamento na mesma medida que

quando não são utilizados caminhos de corte. O povoamento será também mais homogêneo sem caminhos de corte, uma vez que todas as árvores têm o mesmo acesso aos recursos de crescimento disponíveis e os estudos demonstraram uma produção de volume mais elevada nos desbastes sem caminhos do que nos desbastes com caminhos de corte. Este poderia ser um argumento a favor do método sem estradas, apesar do facto de a rede no primeiro desbaste ser um pouco mais baixa do que nas actuais unidades de serração de manuseamento de árvores múltiplas. Um povoamento sem estradas poderá, portanto, oferecer um maior volume e uma melhor qualidade num segundo desbaste, o que também terá um efeito positivo nos rendimentos futuros.

Como a máquina mede apenas 4,3 metros de comprimento, pode ser transportada num reboque construído para o transporte de pequenas máquinas e, por conseguinte, conduzida com uma carta de condução BE. O custo de deslocação é, assim, inferior ao de uma ceifeira-debulhadora, para a qual seria igualmente necessário deslocar um transitário. Isto significa que a máquina é particularmente adequada para conduzir pequenas parcelas, onde os custos de deslocação seriam de outro modo demasiado elevados, e em parcelas onde a madeira pode ser descarregada diretamente para evitar os custos de deslocação do transitário.

Nos povoamentos em que não é possível fazer o arrastamento até ao patamar, a distância de arrastamento pode ser duplicada ou triplicada e permitir que o castor-da-floresta arraste a madeira até ao ponto mais próximo como no percurso de estudo 2, após o que a madeira é cortada ou estilhaçada no povoamento. Neste caso, o corte seria eficiente, uma vez que uma grande quantidade de madeira está concentrada nos caminhos de corte. No segundo desbaste, o harvester pode então cortar o(s) caminho(s) de corte restante(s) entre as estradas para atingir uma distância padrão do caminho de corte. Ao mesmo tempo, o aumento do espaçamento entre as estradas aumentaria a escolha selectiva dos troncos, favorecendo a qualidade futura do povoamento.

O castor-da-floresta consumiu 2,5 litros de gasóleo por cada walk-hi da linha de estudo 2, a secção de humedecimento. Por hectare, este valor foi ligeiramente inferior a 157 litros e por tonelada de MS colhida, 2,5 litros. Isto é comparado com uma ceifeira convencional com uma unidade de manuseamento de várias árvores que realizaria a tarefa em cerca de um terço do tempo, mas ao mesmo tempo consumiria cerca de 11 litros por hora e, portanto, neste caso, cerca de 3,6 litros por tonelada de MS colhida. Para além disso, há o consumo do transitário, que torna a diferença ainda mais significativa.

Com base nas vantagens acima referidas em relação a uma máquina de colheita, as seguintes características do povoamento, entre outras, podem, por conseguinte, ser consideradas preferíveis;

- " Bairros pequenos onde os custos de mudança seriam demasiado elevados.
- Terrenos próximos de pontos de aterragem onde a madeira pode ser transportada diretamente para esses pontos.
- Existências de clientes que dão mais importância ao ambiente do que à rede.

5.4 Pontos fracos e estudos complementares

Há uma série de pontos fracos no estudo que podem causar alguma incerteza nos dados apresentados e comparados aqui na secção de discussão. O desempenho utilizado, em certa medida, como referência para o desempenho do castor-da-floresta provém de um estudo em que o povoamento difere em alguns aspectos do povoamento atual. O número

de troncos, o diâmetro e a altura são bem semelhantes. No entanto, a mistura de espécies de árvores é diferente, o que pode dar origem a algumas imprecisões na comparação do desempenho.

Este estudo apenas mostra se o Forest ebeaver é uma máquina rentável para ser utilizada nos primeiros desbastes e também com que método se deve trabalhar. O que o estudo não responde é, entre outras coisas, o seguinte;

- " Como devem ser organizados os primeiros desbastes para obter o melhor benefício líquido quando se utiliza o ebeaver florestal?**
- " Qual é a profundidade de desbaste ideal?**
- É a absorção das estacas ou a curta profundidade de desbaste que torna a medida na linha de estudo 1 dispendiosa?**
- Qual é o desempenho da ceifeira no segundo desbaste após um primeiro desbaste com o castor-da-floresta - quais são os riscos?**
- " Como é o desempenho na outra aplicação da máquina, a limpeza de valas, limpeza, etc.?**
- " Como se apresenta a rentabilidade numa perspetiva económica global, incluindo os juros e as amortizações de eventuais empréstimos?**
- " Quais são os efeitos do sistema de máquinas na saúde do condutor que não fica sentado na cabina durante a maior parte do turno?**

Para responder a estas questões, são necessários vários estudos complementares sobre a máquina, os seus diferentes métodos e sistemas de funcionamento.

6 RESUMO

O interesse pelas novas tecnologias que favorecem o ambiente e a economia do trabalho na floresta está a crescer e o aumento dos preços dos combustíveis significa que o consumo de combustível da máquina tem um impacto significativo no resultado final. Para ultrapassar este problema, é possível aumentar o desempenho ou reduzir o consumo de combustível.

A Forest ebeaver é uma máquina de base equipada para a extração de biocombustíveis, com 4,3 metros de comprimento, pouco menos de 1,4 metros de largura e um peso ligeiramente superior a duas toneladas. A máquina é telecomandada por rádio, o que significa que o operador caminha ao lado da máquina e controla-a. A tecnologia baseia-se no facto de as árvores serem cortadas com a cabeça de corte acoplada e depois colocadas no banco de fixação da máquina para serem espalhadas.

A Forest ebeaver é uma máquina relativamente nova, razão pela qual o objetivo do estudo era encontrar os pontos fortes e fracos da máquina e investigar o seu desempenho. O estudo foi realizado num pequeno pinhal onde a máquina utilizou dois métodos para desbastar o povoamento, um em que a máquina **recolhia** os caminhos de corte e o biocombustível era depois descarregado e outro em que o combustível era descarregado diretamente no local. Antes do início do desbaste, todas as árvores foram divididas em parcelas de teste colocadas aleatoriamente, após o que as suas alturas foram também registadas. Uma vez **terminado** o desbaste, as mesmas medições foram repetidas no povoamento para estimar o rendimento.

Os resultados foram depois comparados com um estudo semelhante sobre os três métodos convencionais mais comuns de extração de biocombustíveis atualmente: serração, lâmina de serra e unidades de corte, todos com uma ceifeira como máquina de base.

Tanto o método de corte e queima como o método de abastecimento de combustível produziram resultados negativos, muito diferentes entre si. O resultado líquido da parte do abastecimento de combustível foi de -839 SEK/ha, enquanto o da parte do trajeto de corte foi de -9 658 SEK/ha. Os mesmos valores no estudo comparativo foram para o grupo de lâminas de serra de 3 636 SEK/ha, para o grupo de corte de 205 SEK/ha e para o grupo de lâminas de serra de -1 673 SEK/ha. O consumo de combustível também foi medido, tendo-se verificado que era de 2,5 litros por tonelada de matéria seca extraída. O mesmo valor para uma máquina de colheita convencional é estimado em cerca de 3,6 litros por tonelada de matéria seca, ou seja, mais de 40,96 litros mais elevado, mesmo antes de se acrescentar o consumo de combustível do transbordador.

Os resultados mostram claramente que é com um sistema de desbaste que o Forest ebeaver deve ser utilizado. Em comparação com o desbaste num povoamento equivalente, onde os custos podem ascender a entre 6.000 e 8.000 coroas suecas/ha, a utilização do Forest ebeaver permite poupar entre aproximadamente 5.000 e 7.000 coroas suecas/ha. No entanto, é difícil competir economicamente com as máquinas convencionais actuais. Por outro lado, é provável que o lucro líquido do Forest ebeaver tivesse melhorado se os custos de deslocação das máquinas também tivessem sido tidos **em conta**.

Por outro lado, uma vez que o consumo de combustível por tTS removida é significativamente inferior ao de um sistema convencional de duas máquinas, a Forest ebeaver é uma opção mais amiga do ambiente e a máquina ganha vantagem competitiva sempre que os preços dos combustíveis aumentam. Também é provável que seja adequado para locais mais pequenos, onde o custo de deslocação de duas máquinas de grandes dimensões é provavelmente demasiado **elevado**, graças aos seus baixos custos de deslocação e versatilidade. Resta ainda saber qual o desempenho da máquina

noutras áreas de trabalho, como a limpeza de valas e o arranque de mato.

7 LISTA DE REFERÊNCIAS

7.1 Publicações

Agestam, E. (2009). Desbaste. Série de gestão florestal n.º 7. Agência Florestal Sueca.

Belbo, H. & Iwarsson Wide, M. (2009). Estudo comparativo de diferentes técnicas de extração de combustível florestal. **Skogforsk** (*Relatório de trabalho/Skogforsk, 2009:679*)

Bucht, S. (1981) The effect of some different thinning patterns on stand development in pine forests. Departamento de Silvicultura, Universidade Sueca de Ciências Agrícolas (*Relatórios/S1L/, 1981:4*)

Dahlin, A. (2008) Produtividade e qualidade no corte em comprimento e no primeiro desbaste com base no povoamento. Departamento de Gestão de Recursos Florestais, Universidade Sueca de Ciências Agrícolas (*Relatório de trabalho/SLU, 2008:216*)

Egnell, G. (2009). Combustíveis florestais. Série de gestão florestal n.º 17. Agência Florestal Sueca.

Hakkila, P. (?). Fuel From Early Thinnings. *Jornal Internacional de Engenharia Florestal.* **11-14**

Iwarsson Wide, M. (2009a). Estudo comparativo de diferentes métodos de extração de combustível florestal. **Skogforsk** (*Relatório de trabalho/Skogforsk, 2009:680*)

Iwarsson Wide, M. (2009b). Pequenos agregados de madeira para combustíveis florestais - uma visão geral do mercado. **Skogforsk** (*Resultados/ Skogforsk, 2009:3*)

Kärhä, K. (2006) Colheita de árvores inteiras em povoamentos jovens na Finlândia. *Forestry Studies IMetsanduslikud Uurimused*, **45**, 118-134, ISSN 1406-9954.

Laitila, J. (2008). Tecnologia de colheita e custo das aparas de combustível provenientes de desbastes precoces. *Silva Fennica.* **42(2)**, 267-283.

Pettersson, N., Fahlvik, N. & Karlsson, A. (2007) Clearing. Forest management series no 6. Agência Florestal Sueca.

Rosander, K. (2006). Extração de colmo e combustível florestal em povoamentos jovens de abetos em comparação com métodos convencionais - Dois estudos de campo no parque experimental de Asa. Departamento de Tecnologia Florestal e da Madeira, Universidade de Växjö.

Sennblad, G. (2008) Apterização e conhecimento da madeira III. **Firma Småskog.**

Uutisalo, J. (2010). Introdução às operações e tecnologias florestais. **JVP Forest System oY.**

7.2 Documento da Internet

Ligação A:

Ebeaver (2012). *Especificações técnicas da Ebeaver* [Em linha] Disponível em: ebeaver.se/Pdf/info_a4_beaver.pdf [2012-08-03].

Ligação B:

Ebeaver (2012). *Kesla 19 G.* [Em linha] Disponível: ebeaver.se/Pdf/19g_kesla_eng_swe.pdf [2012-08-03].