



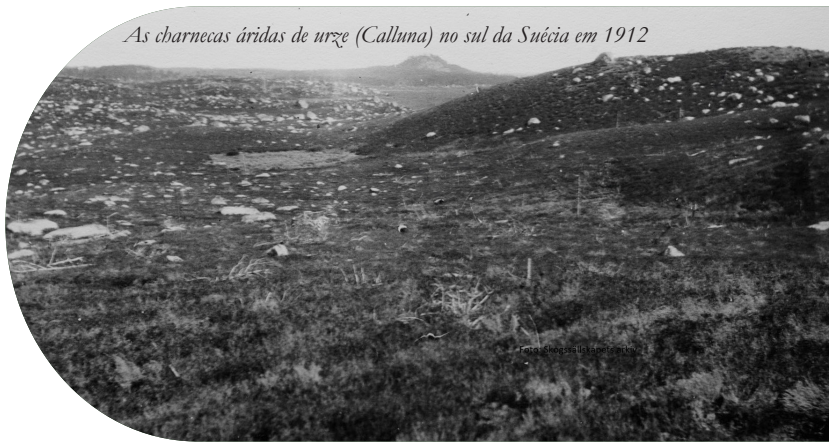
COP30 - BELÉM BRAZIL

O EXEMPLO SUECO

O PODER DO REFLORESTAMENTO



As charnecas áridas de urze (Calluna) no sul da Suécia em 1912



A mesma área em 2022



I. A História das Muitas Plantas Verdes

NOVOS COMEÇOS NO SUL DA SUÉCIA

DAS CHARNECAS ÁRIDAS À GESTÃO FLORESTAL SUSTENTÁVEL

Em 1850, a Suécia era um país muito pobre. A superpopulação na metade sul do país forçou mais de 1,5 milhão de suecos a emigrar — mais de um quarto da população total. A principal razão era a falta de alimentos, pois a agricultura estava em estado deplorável. Para obter lenha, carvão e materiais de construção, as florestas foram cortadas sem replantio. Isso levou ao uso das antigas áreas florestais como pastagens, transformando vastas regiões de floresta em charnecas de urze (*Calluna*) — belas, mas áridas, que ofereciam apenas pastagens escassas.

Imagens: A primeira foto (Fonte: Arquivo histórico da Sociedade Florestal) e a segunda foto (Fotógrafo: Harald Säll) ilustram os resultados do replantio.

No norte da Suécia, os produtos florestais tornaram-se uma importante mercadoria de exportação na segunda metade do século XIX. Isso destacou a necessidade de restaurar os recursos florestais do país por meio do replantio sistemático após o corte. Inspiradas por isso, as pessoas no sul começaram a plantar mudas de árvores nas charnecas, protegendo-as do pastoreio. Um papel especialmente importante teve a organização Skogssällskapet (“A Sociedade Florestal”), fundada em 1912 com o propósito de promover o manejo florestal e o reflorestamento das terras empobrecidas do sul da Suécia.

O ponto de virada formal para a silvicultura sueca veio com a Lei Florestal de 1903, reconhecida como a primeira lei moderna de silvicultura do mundo. O princípio central era o replantio obrigatório de árvores após o corte. O conceito de “escassez de florestas” já era conhecido desde o século XVII. Em 1855, um comitê florestal foi criado para prevenir a futura escassez de recursos. A consciência sobre a importância das florestas crescia, mas apenas em 1903 uma legislação abrangente foi finalmente promulgada.



Imagem: Foto de crianças em idade escolar e mulheres plantando árvores em uma charneca de urze (calluna) no sul da Suécia, em 1922.



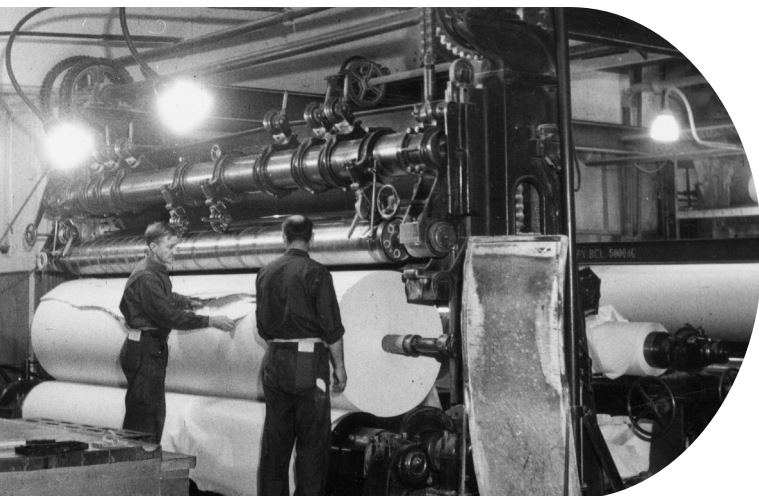
O REFLORESTAMENTO TRANSFORMOU A ECONOMIA

As pequenas mudas cresceram rapidamente, transformando-se em árvores produtivas que podiam ser usadas para uma ampla gama de produtos — não apenas combustível, mas também madeira serrada, celulose, papel, papelão, isolantes e vários produtos químicos. Esses produtos eram facilmente exportáveis. A silvicultura e a indústria florestal tornaram-se a espinha dorsal da economia do sul da Suécia. Gráficos e dados do condado de Halland mostram essa transformação notável^{1,2}:



A área de floresta produtiva triplicou desde 1900. O rendimento anual e o volume de madeira por hectare quadruplicaram. O estoque total de madeira é oito vezes maior. O corte anual é 16 vezes maior em 2025 do que em 1900.

Hoje, o setor florestal é uma base econômica vital, especialmente nas áreas rurais. A inspiradora história do poder das pequenas plantas verdes está se repetindo em todo o mundo — inclusive no Brasil.





2. Reflorestamento Global

POTENCIAL E FATOS

O poder das muitas plantas verdes transformou as charnecas empobrecidas do sul da Suécia em florestas ricas, que oferecem meios de subsistência, habitats, serviços ecossistêmicos e inúmeros produtos com benefícios climáticos. Mas quanta terra desse tipo está disponível para regeneração florestal? Qual é o verdadeiro potencial do reflorestamento para combater as mudanças climáticas? Cientistas têm explorado essa questão — embora, como de costume, suas respostas variem. Vamos analisar algumas descobertas influentes.

As florestas em crescimento sequestram e armazenam grandes quantidades de carbono. Por isso, as florestas desempenham um papel importante na mitigação das mudanças climáticas, que são impulsionadas principalmente pelo aumento dos níveis de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera. As florestas manejadas de forma sustentável também produzem biomassa que pode substituir matérias-primas fósseis — cujo uso é responsável pelo aumento do CO₂ atmosférico.

Sabemos também que, no passado, as florestas cobriam áreas muito maiores do que hoje. Em alguns casos, a perda da cobertura florestal é inevitável, pois as florestas foram substituídas por construções, infraestrutura essencial ou terras agrícolas necessárias para o cultivo e a produção de alimentos. Em outros casos, as florestas foram simplesmente derrubadas sem replantio posterior. Essas áreas geralmente se degradam em pastagens de baixa produtividade. Em certos casos, grandes quantidades de solo fértil são perdidas devido à erosão. O reflorestamento dessas áreas ajudará a mitigar as mudanças climáticas.

Imagem: Projeto de Reflorestamento, Congo – Arquivo da BCC AB.



O POTENCIAL DO REFLORESTAMENTO

Em 2019, um estudo³ mostrou que a regeneração florestal global tem um potencial significativo para reduzir os níveis de CO₂ atmosférico. O estudo examinou a área total de terra disponível para regeneração florestal prática, com o objetivo de armazenar carbono em florestas existentes. Utilizando dados de áreas protegidas, foram definidos valores de “cobertura natural de árvores” em vários biomas. Comparando a cobertura real de árvores fora das áreas protegidas com a capacidade potencial de cada bioma, foi possível estimar quanto das florestas havia sido perdida por atividade humana. A cobertura florestal natural da Terra poderia ser de 8,7 bilhões de hectares, mas foi constatado que há apenas 5,5 bilhões de hectares. Após subtrair áreas agrícolas, urbanas e outras “indisponíveis”, estimou-se uma área bruta disponível para reflorestamento de

900 milhões de hectares. Em ordem decrescente, 50% dessas áreas estão localizadas na Rússia, EUA, Canadá, Austrália, Brasil e China.

Restaurar essas áreas ao estado de florestas existentes poderia sequestrar 205 gigatoneladas adicionais de carbono (GtC) da atmosfera — um número impressionante, considerando que o total de carbono atmosférico de origem humana é estimado em cerca de 300 GtC.

Estudos^{4,5} mais recentes adotaram uma visão mais cética sobre o potencial do reflorestamento, principalmente por motivos práticos e políticos:

- A pressão da agricultura e do desenvolvimento humano pode ter sido subestimada;
- O reflorestamento indiscriminado pode reduzir a biodiversidade em certas regiões;
- Demandas conflitantes de comunidades locais e povos indígenas limitam o potencial;
- A disponibilidade de água ou a alteração da refletividade da superfície terrestre (albedo) também são fatores importantes.

Após descontar esses fatores, menos da metade da estimativa mencionada acima — ou seja, 389 milhões de hectares — foi considerada disponível para reflorestamento. Assim, mesmo as estimativas mais céticas reconhecem um potencial significativo para combater as mudanças climáticas por meio do reflorestamento global. No entanto, até





agora, os compromissos de reflorestamento assumidos pelas nações ficaram aquém, mesmo desse potencial reduzido.

Para aproveitar plenamente os benefícios climáticos do reflorestamento, é essencial que:

- As nações se comprometam com um reflorestamento planejado e responsável de todas as terras disponíveis;
- A biomassa produzida não seja vista apenas como um reservatório de CO₂ fóssil, mas também como uma matéria-prima valiosa usada para substituir insumos de origem fóssil.

REGENERAÇÃO FLORESTAL – UMA PARTE VITAL DA SOLUÇÃO

Após analisar os estudos atuais sobre o reflorestamento como estratégia para combater as mudanças climáticas, fica evidente que, embora importante, armazenar carbono nas florestas não é suficiente, mesmo que toda a terra disponível seja reflorestada.

Essa estratégia deve ser complementada por medidas que reduzam as emissões de dióxido de carbono de origem fóssil e de outros gases de efeito estufa. É possível desenvolver alternativas verdes baseadas em biomassa, que permitam que o carbono circule novamente dos produtos de volta aos produtores (as plantas verdes). Isso fortaleceria o papel das florestas e, ao proporcionar um retorno econômico direto dos esforços de reflorestamento, também aumentaria o impulso e promoveria aceitação local.

Imagem: Projeto de Reabilitação de Manguezais, Papua-Nova Guiné – Arquivo da BCC AB



Imagem: Viveiro florestal em Laos – Arquivo da BCC AB

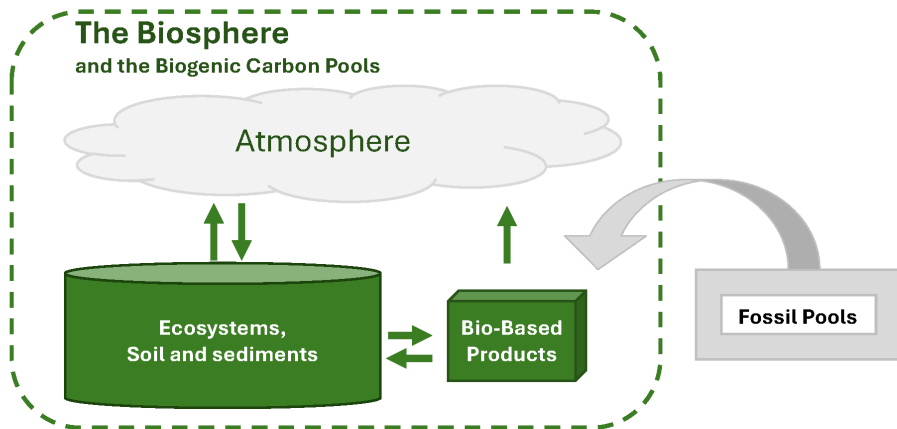
3. Benefícios Climáticos das Florestas

CARBONO E CLIMA

Os benefícios climáticos das florestas e dos produtos florestais estão, fundamentalmente, relacionados à gestão do carbono. O carbono é um elemento essencial à vida na Terra e circula continuamente dentro da biosfera — o domínio dos organismos vivos. Dentro desse sistema, o carbono existe em três principais reservatórios:

1. Na atmosfera, principalmente como dióxido de carbono (CO_2), o principal gás de efeito estufa;
2. Nos organismos vivos e como carbono orgânico no solo, na serapilheira e nos sedimentos;
3. Nos produtos de base biológica, onde o carbono é armazenado após a colheita.

O carbono se move constantemente entre esses reservatórios. Quando a quantidade diminui em um, aumenta em outro — o total de carbono nesses três compartimentos permanece essencialmente constante.



No entanto, quando o carbono é liberado de fontes fora da biosfera, o equilíbrio é rompido. Por exemplo, a queima de combustíveis fósseis libera carbono que esteve armazenado por milhões de anos, aumentando as concentrações de CO_2 na atmosfera e impulsionando as mudanças climáticas — sem reduzir o carbono armazenado nos outros reservatórios.

GERENCIANDO O CARBONO PARA O CLIMA

Em peso seco, mais de 50% da biomassa lenhosa consiste em carbono, assimilado do CO_2 atmosférico por meio da fotossíntese. As florestas podem armazenar enormes quantidades de carbono porque as árvores são grandes e de vida longa. Ao plantar e cultivar florestas, o reservatório de carbono do ecossistema aumenta, reduzindo assim a concentração de CO_2 na atmosfera. Implementada em escala global, essa estratégia poderia reduzir significativamente tanto o ritmo quanto a magnitude das mudanças climáticas.

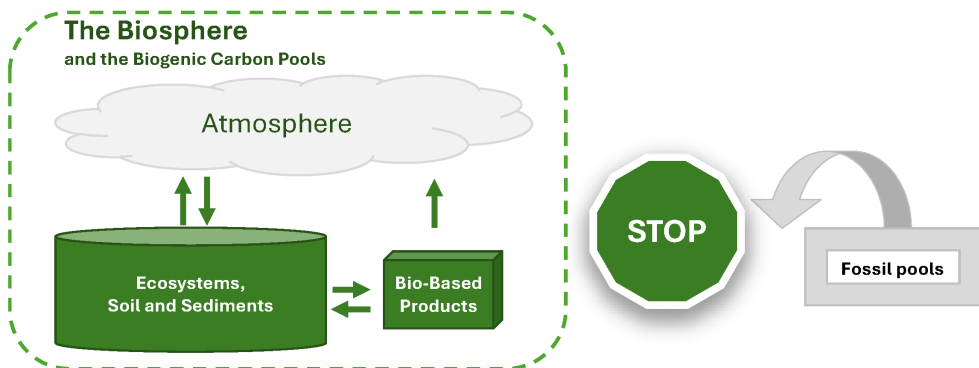
Contudo, à medida que as florestas amadurecem, elas atingem um estágio de equilíbrio (ou “clímax”), no qual a absorção de carbono pelo crescimento é compensada pela liberação de carbono através da morte e decomposição das árvores. Nesse ponto, as florestas tornam-se neutras em carbono — mantêm o carbono armazenado, mas deixam de reduzir o CO_2 atmosférico. Em contraste, a dependência contínua de fontes fósseis de carbono adiciona novo carbono à biosfera, acelerando ainda mais as mudanças climáticas.



UMA SOLUÇÃO CLIMÁTICA DE LONGO PRAZO

A biomassa florestal pode ser utilizada na maioria das aplicações que atualmente dependem de matérias-primas fósseis. Quando as florestas são manejadas de forma sustentável — garantindo que a colheita e o crescimento permaneçam em equilíbrio a longo prazo — elas podem continuar a oferecer benefícios climáticos significativos, tanto por meio da silvicultura quanto das indústrias baseadas em produtos florestais. Essa abordagem oferece três grandes vantagens:

1. **Absorção contínua de carbono:** As florestas são colhidas antes de atingirem o estágio de clímax. Uma vez replantadas, as novas árvores continuam a absorver CO_2 da atmosfera.
2. **Maior armazenamento de carbono:** O volume de carbono armazenado em produtos de base biológica aumenta, mantendo o carbono fora da atmosfera por longos períodos.
3. **Redução das emissões fósseis:** O uso ampliado de matérias-primas renováveis e de base biológica limita a extração e a liberação de carbono fóssil, reduzindo assim as emissões de gases de efeito estufa.



O uso de biomassa produzida de forma sustentável em substituição às matérias-primas fósseis oferece uma oportunidade para reduzir o fluxo de carbono fóssil para a atmosfera.

4. Maximizando os benefícios climáticos dos produtos florestais

O aumento dos estoques de carbono tanto nas florestas em pé quanto nos produtos florestais redistribui o carbono dentro da biosfera, reduzindo assim os níveis de dióxido de carbono atmosférico. As florestas manejadas de forma sustentável e as indústrias baseadas em recursos florestais desempenham um papel fundamental nessa redistribuição. Reconhecendo esse potencial, esforços para aumentar o volume das florestas mundiais e expandir o estoque de produtos de madeira duráveis são amplamente promovidos. A estratégia subjacente é capturar o máximo possível de carbono das emissões fósseis e armazená-lo em árvores e produtos duradouros.

No entanto, os benefícios climáticos dos produtos florestais vão além do simples armazenamento de carbono. Igualmente importante é o papel que desempenham na substituição de materiais mais intensivos em carbono fóssil. Ao fornecer alternativas de base biológica, os produtos florestais reduzem a dependência de insumos fósseis e, assim, ajudam a conter as emissões responsáveis pelos altos níveis atuais de dióxido de carbono na atmosfera.

Portanto, avaliar o impacto climático do setor florestal exige mais do que medir o estoque líquido de carbono em ecossistemas e produtos. É também essencial contabilizar as emissões evitadas resultantes da redução do uso de carbono fóssil — uma contribuição conhecida como efeito de substituição.



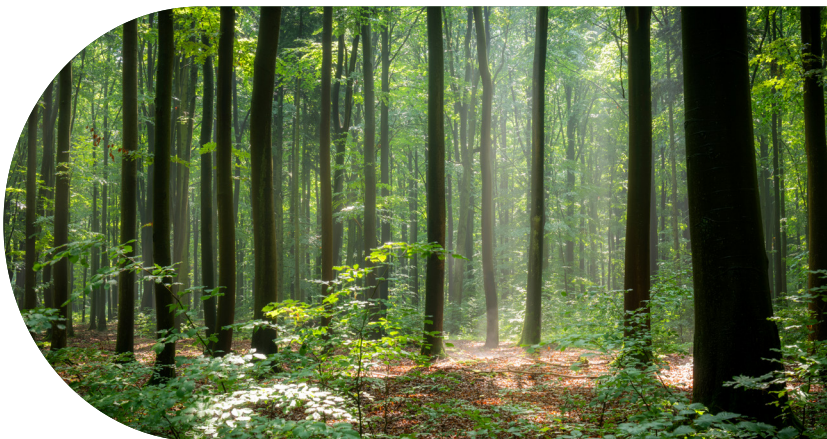
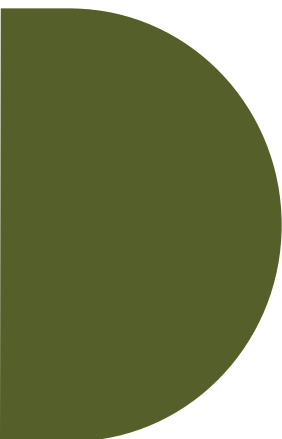
Imagem: Sistema de irrigação na área de operação da BCC na Indonésia – Arquivo da BCC AB



O EFEITO DE SUBSTITUIÇÃO ELUSIVO

O efeito de substituição descreve até que ponto as emissões de carbono fóssil são evitadas pelo uso de materiais de base biológica em vez de materiais de origem fóssil. A sua magnitude depende do fator de substituição do produto de base biológica. Um fator de substituição igual a 1 indica que cada átomo de carbono contido em um produto florestal evita a emissão de um átomo de carbono fóssil. Enquanto o fator de substituição for maior que zero, o produto de base biológica contribui para a redução das emissões de carbono fóssil.

O fator de substituição de um produto específico pode ser determinado por meio da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). Esse fator varia significativamente entre diferentes produtos florestais e evolui ao longo do tempo, à medida que as tecnologias de produção de materiais de base biológica e de origem fóssil se desenvolvem. Os estudos mostram que o fator de substituição para biocombustíveis florestais é de 0,8⁶, e pode chegar a 2,8⁷ para têxteis à base de celulose. Para a madeira de construção, o fator geralmente varia entre 1,3 e 1,6, enquanto produtos químicos florestais, papel e papelão apresentam valores entre 1,0 e 1,5. Revisões abrangentes da literatura indicam um fator médio de substituição, considerando todas as categorias de produtos, que varia de 0,6⁸ a 1,2⁹.



REFORÇANDO A SUBSTITUIÇÃO POR MEIO DA RECICLAGEM

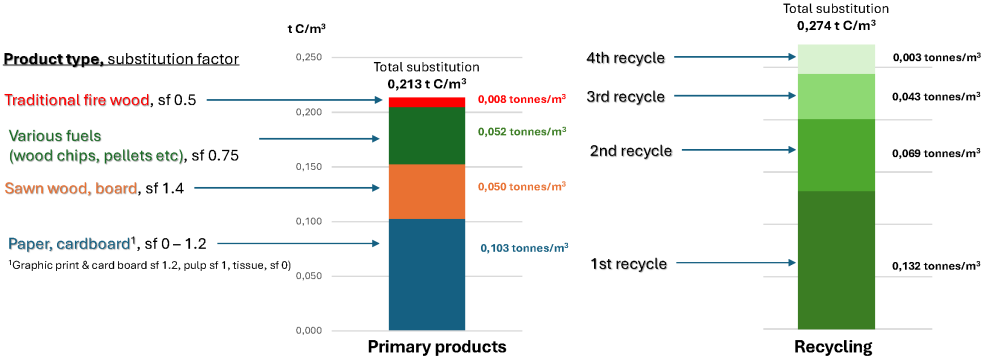
Após atingirem o fim de sua vida útil, os produtos florestais podem ser utilizados para a geração de energia por meio da combustão. No entanto, do ponto de vista climático e ambiental, é preferível reciclar a biomassa contida nos produtos descartados e utilizá-la como matéria-prima para novos produtos.

Um estudo abrangente que analisou o impacto climático dos produtos florestais na Suécia¹⁰ baseou-se em estatísticas oficiais sobre o uso da madeira em diferentes categorias de produtos dentro da indústria florestal sueca, combinadas com as taxas de reciclagem relatadas dos produtos primários. Esses dados foram integrados aos fatores de substituição discutidos na seção anterior, a fim de calcular um efeito médio de substituição por metro cúbico de madeira utilizada na Suécia.

A figura a seguir ilustra o fator agregado de substituição resultante por metro cúbico de madeira processada pela indústria florestal sueca em 2020. Os produtos de primeira geração — ou primários — alcançaram um efeito combinado de substituição equivalente à redução de 0,213 toneladas de emissões de carbono fóssil. A lenha e os combustíveis de base florestal — como cavacos de madeira, pellets e licor negro — continham quase metade do carbono de todos os produtos primários, mas contribuíram com apenas 28% do efeito total de substituição.

O uso em cascata da biomassa — por meio da reciclagem de produtos primários após sua vida útil — aumentou substancialmente o efeito de substituição. Após quatro ciclos de reciclagem, o efeito de substituição mais do que dobrou, evitando 0,274 toneladas adicionais de emissões de carbono fóssil. Notavelmente, apenas 22% desse aumento resultou da reciclagem de produtos de madeira sólida, enquanto os produtos de papel reciclado responderam por 78%. Quase metade do benefício total da reciclagem foi alcançada já após o primeiro ciclo.

Esses resultados destacam a importância de desenvolver e utilizar alternativas de base biológica para substituir materiais intensivos em carbono fóssil. Também demonstram que sistemas eficientes de coleta e reciclagem de produtos de origem biológica representam uma contribuição viável e altamente significativa para os benefícios climáticos gerais dos produtos florestais.



Os produtos primários provenientes de 1 m³ de madeira colhida reduzem as emissões de carbono fóssil em 0,213 toneladas (gráfico à direita), e os atuais sistemas suecos de reciclagem — incluindo a conversão final de energia — aumentam o efeito de substituição em mais 0,274 toneladas (gráfico à esquerda).

REFERÊNCIAS

- ¹Björheden, R., Sonesson, J., Berlin, M. & Karlsson, B., 2019. *Hallands skogar ur ett klimatperspektiv. Utredningar, Skogforsk.*
- ²Malmström, C., 1939. *Hallands skogar under de senaste 300 åren. Meddelanden från Statens Skogsforskningsanstalt, Häfte 31, nr 6.*
- ³Bastin et al. 2019. *The global tree restoration potential. Science Vol. 365, No. 6448.*
- ⁴Wang et al. 2025. *Land availability and policy commitments limit global climate mitigation from forestation. Science, Vol 389, Issue 6763, pp. 931-934*
- ⁵Canadell, P. 2025. *The climate case for planting trees has been overhyped — but it's not too late to fix it. Accessed 2025-10-19.*
- ⁶Soimakallio, S., Saikku, L., Valsta, L. & Pingoud, K., 2016. *Climate Change Mitigation Challenge for Wood Utilization. The Case of Finland. Environ. Sci. Technol. 50: 5127–5134.*
- ⁷Rüter, S., Werner, F., Forsell, N., Prins, C., Vial, E. & Levet, A.-L., 2016. *ClimWood2030, Climate benefits of material substitution by forest biomass and harvested wood products: Perspective 2030 - Final Report.*
- ⁸Hurmekoski, E., Smyth C. E., Stern T., Verkerk, P. J. & Asada, R., 2021. *Substitution impacts of wood use at the market level: a systematic review. Environ. Res. Lett. 16.*
- ⁹Leskinen, P., Cardellini, G., González-García, S., Hurmekoski, E., Sathre, R., Seppälä, J., Smyth, C., Stern T. & Verkerk, P. J., 2018. *Substitution effects of wood-based products in climate change mitigation. From Science to Policy 7. European Forest Institute.*
- ¹⁰Björheden, R., 2024. *Länge leve de kortlivade produkterna (Long live the short-lived products). Manuscript in Swedish, Skogforsk.*

CONTATO



skogforsk

ENDEREÇO

Dag Hammarskjölds väg 36 A
752 37 Uppsala. Sweden

TELEFONE/E-MAIL

+46 (0)18-18 85 00
skogforsk@skogforsk.se

WEB

www.skogforsk.se



ENDEREÇO

Profilgatan 15
261 35, Landskrona, Sweden

TELEFONE/E-MAIL

+46 418 44 99 20
bcc@bccab.com

WEB

www.bccab.com

