

FOREST4EU

Connecting forestry and agroforestry partnerships across Europe



Funded by
the European Union

Funded by the European Union (Grant n. 101086216). Views and opinions expressed are however those of the authors only and do not necessarily reflect those of the European Union or REA. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

Operational Group (OG)

The logo for 'fortrack' is displayed in a dark green, lowercase, sans-serif font. The letter 'o' is stylized with a white leaf-like shape inside it. The logo is centered within a rounded rectangular frame that has a thin dark green border. The background of the frame is a light, semi-transparent image of a forest.

OG funding

Main Funding Programme: Rural Development Programme

Rural Development Programme: 2014IT06RDRP018: Italy – Rural Development Programme (Regional) – Calabria

The European partnership supports the Italian FOR.TRACT operational group in the field of forestry

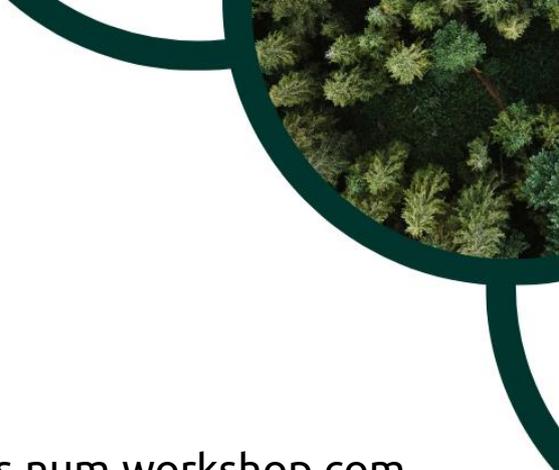


Índice

1. Summary	5
2. Introdução	6
3. Metodologia.....	7
3.1 Recolha do material existente e das inovações produzidas no âmbito dos Grupos Operacionais dedicados à floresta e à agrofloresta.....	8
3.2 Elaboração de resumos alargados.....	9
3.3 Preparação de resumos das práticas selecionadas	9
3.4 Processo de seleção de inovações na Eslovénia	9
4. Desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão para o mapeamento contínuo dos recursos florestais (GO FOR.TRACK) .	13
5. Inovação: Cálculo do carbono para o PSE.....	16
5.1 O mercado oficial.....	17
5.2 O mercado voluntário	17
5.3 Metodologia da inovação	18
6. Bibliografia.....	26

Índice de ilustrações

Figura 1. Pormenores do mapa de crescimento de uma zona do GO implementado no sistema de apoio à decisão do GO Fortrack	20
Figura 2. Detalhes do carbono de uma área do GO implementado no sistema de apoio à decisão do GO Fortrack	21
Figura 3. Esquema de cálculo do carbono assimilado pelas florestas do alto Bidente Ridracoli	21



Índice das tabelas

Tabela 1. Inovações seleccionadas de 5 ITHubs num workshop com diferentes participantes	10
Tabela 2. Fatores de expansão da biomassa (FEB), densidade basal da madeira (DBM) e relação entre a biomassa subterrânea e a biomassa aérea (relação raiz/parte aérea - R) em função do tipo de gestão e da espécie dominante (baseado no trabalho de Federici et al.	22

Title of the manuscript: Kvantifikacija zaloge ogljika v načrtu trajnostnega gospodarjenja z gozdovi / Quantification of Carbon Stock in Sustainable Forest Management

Journal: Gozdarski vestnik (<http://zgds.si/gozdarski-vestnik/>)

Editing: Zveza gozdarskih društev

Slovenije (<http://zgds.si/gozdarski-vestnik/#1483972019163-cb48a05e-3288>)

Expected to be delivered in print: 2024

Length: up to 30.000 characters

Quantificação do stock de carbono num Plano de Gestão Florestal Sustentável

by Amina Gačo^{1*}, Solaria Anzilotti², Francesca Giannetti² and Matevž Triplat¹

¹ The Slovenian Forestry Institute, 1000 Ljubljana, Slovenia

² Department of Agriculture, Food, Environment and Forestry, University of Florence, 50145 Florence, Italy

1. Summary

As inovações desempenham um papel importante na política de desenvolvimento rural da UE. Uma das formas de promover as inovações na UE é a criação de grupos operacionais (GO) que fazem parte do programa PEI-AGRI. Estes grupos reúnem várias partes e intervenientes interessadas com o objetivo de acelerar a inovação, num tema em concreto. O objetivo do projeto Forest4EU foi identificar diferentes grupos operacionais nos países da UE, identificar as suas inovações e classificá-las em cinco grupos de inovação diferentes (ITHubs). As 176 inovações de 86 GOs foram apresentadas em resumos alargados e submetidas a 3 fases de avaliação (parceiros do projeto, peritos e avaliação em sessões de trabalho). Cada uma das fases reduziu o número de inovações a 5 por ITHub (25 no total), deixando apenas as mais relevantes para os países onde a avaliação foi efetuada. No caso da Eslovénia, Croácia, Letónia e Portugal, uma das inovações com melhor pontuação na avaliação final foi: Contabilidade de carbono para PSE pelo GO FOR.TRACK. A inovação apresenta um método de cálculo do stock de carbono baseado nos dados da biomassa florestal, que pode ser utilizado para calcular os créditos de carbono e criar um mercado com eles. Trata-se de uma inovação que poderá ser útil para muitos produtores e indústria, na Eslovénia e não só.

Palavras-chave: grupos operacionais, conhecimento, inovação, créditos de carbono, PSE, partes interessadas

2. Introdução

A política de desenvolvimento rural da UE salienta a importância da criação de grupos operacionais (GO) como uma das medidas mais importantes. Estes grupos estão no centro da Parceria Europeia para a Inovação na Produtividade e Sustentabilidade Agrícolas, conhecida como PEI-AGRI. Os GOs no âmbito da PEI-AGRI representam comunidades de peritos diversos, e outros, que se reúnem em projetos inovadores financiados por Programas de Desenvolvimento Rural (PDR). O seu principal objetivo é traduzir ideias inovadoras em soluções viáveis (Parzonko et al., 2022). Reúnem várias partes interessadas dos sistemas europeus de conhecimento e inovação na agricultura, tais como agricultores, silvicultores, investigadores, consultores, empresas, grupos ambientais e de interesse e outras organizações não governamentais. Têm como objetivo acelerar a inovação na agricultura, na silvicultura e nas zonas rurais e encontrar soluções práticas para os desafios que estes atores enfrentam no seu trabalho diário (EU CAP NETWORK).

O principal objetivo desta política é promover soluções sustentáveis e práticas para os desafios da agricultura e da silvicultura. Os GOs podem ser definidos como intermediários de inovação, o que sublinha o seu papel fundamental na transferência de conhecimentos e na troca de experiências entre diferentes partes interessadas (Nieto et al., 2021).

Como parte do projeto FOREST4EU, promovemos os GOs para a silvicultura e a agrofloresta. É um projeto no âmbito do Horizonte Europa que visa ligar os GOs existentes, em diferentes países europeus. Através do projeto, promovemos a transferência de conhecimentos e de boas práticas entre especialistas na matéria. Estão envolvidos 16 parceiros de nove países.

Para promover a inovação na agricultura e melhorar a transferência de conhecimentos entre diferentes regiões e sectores, foi crucial a criação de polos inter-regionais, trans sectoriais e de inovação (ITHubs). Estes polos

centraram-se em cinco temas-chave de inovação que são cruciais para o futuro da agricultura e das zonas rurais, a saber: (1) Mobilização da madeira, ou seja, a melhoria do valor acrescentado da extração de madeira e a melhoria da disponibilidade do potencial de biomassa de madeira das florestas privadas; (2) Adaptação das florestas às alterações climáticas, ou seja, a procura de novas soluções que ajudem os silvicultores a adaptar a gestão florestal aos efeitos das alterações climáticas; (3) Gestão sustentável das florestas e dos serviços ecossistémicos, ou seja, a promoção de práticas que regulem a gestão das florestas e dos serviços ecossistémicos; (4) Outros produtos florestais (não lenhosos) aliados ao desenvolvimento de novos modelos empresariais, múltiplos; (5) Sistemas de produção agroflorestal para a conceção e aplicação de medidas adaptadas de apoio político no âmbito do sistema de produção agroflorestal. A inovação pode ser definida como a aplicação de novas ideias aos produtos, processos ou outros aspetos das atividades de uma empresa que conduzam a um aumento do “valor” (Wiltshire et al., 2023).

O objetivo é facilitar a transferência inter-regional e internacional de conhecimentos, a recolha, o intercâmbio e a divulgação de conhecimentos relacionados com a inovação e discutir os benefícios dos grupos operacionais financiados pelo Programa de Desenvolvimento Rural e relevantes para a aplicação do Pacto Ecológico, bem como estabelecer contactos com os decisores políticos a nível local, especialmente nos países onde os grupos operacionais já estão ativos.

3. Metodologia

A metodologia FOREST4EU segue o entendimento da inovação nos GOs da PEI-AGRI, tal como definido nas “Directrizes sobre a Programação para a Inovação e a Implementação da PEI para a Produtividade e Sustentabilidade Agrícola” (2013).

Assim, a inovação vai além de uma invenção ou novidade específica, enfatizando o processo de aplicação prática, e torná-la mais abrangente

(Weiss et al. 2020). Para classificar as inovações nos GOs EIP-AGRI selecionados no FOREST4EU, a presente metodologia incorpora o entendimento da Comissão centrado no processo e nos múltiplos atores da inovação no desenvolvimento rural. Começa por identificar diferentes tipos de inovação, nomeadamente: inovações tecnológicas, as relacionadas com processos, as relacionadas com produtos, as relacionadas com serviços, e as organizacionais ou sociais.

Todas as inovações incluídas no projeto foram identificadas e recolhidas pelos membros dos ITHubs a partir do conhecimento prático existente proveniente de 86 GOs florestais e agro-florestais europeus. Os GOs foram identificados em 10 países diferentes: Áustria (1 OG), França (19 OG), Alemanha (1 OG), Itália (11 OG), Letónia (1 OG), Países Baixos (1 OG), Portugal (24 OG), Espanha (24 OG), Eslovénia (3 OG) e Suécia (1 OG). Com base nessas inovações, o consórcio FOREST4EU preparou 176 resumos alargados (RA). Cada um dos resumos alargados (RA) apresenta um breve resumo de uma inovação recolhida no projeto.

Todos os projectos multi-actor e redes temáticas do programa Horizonte Europa, bem como todos os GO, utilizam um formato comum desenvolvido pela rede PEI-AGRI para fornecer aos agricultores, silvicultores, conselheiros ou outras partes interessadas informações práticas concisas e curtas (*Practice Abstracts- PA*). Tal como explicado pela Rede PEI-AGRI, a utilização deste formato comum facilita o intercâmbio de conhecimentos, mas também o contacto entre diferentes profissionais e partes interessadas.

3.1 Recolha do material existente e das inovações produzidas no âmbito dos Grupos Operacionais dedicados à floresta e à agrofloresta

Seguindo a metodologia desenvolvida pelo Steinbeis Europa Zentrum (S2i), em abril de 2023, os membros dos cinco ITHubs identificaram os principais desafios e necessidades enfrentados pelos silvicultores e outros profissionais em relação aos tópicos específicos dos 5 ITHubs estabelecidos.

Com base nestas conclusões, os ITHubs recolheram conhecimentos práticos sobre as inovações geradas por GOs EIP-AGRI selecionados. Estas inovações abordam problemas e necessidades identificados. A recolha das inovações foi efetuada através da análise específica dos resultados dos GOs correspondentes, pertencentes a cada ITHub. Isto foi feito de acordo e com a colaboração dos coordenadores de todos os GOs selecionados.

3.2 Elaboração de resumos alargados

Com base neste material recolhido e no intercâmbio direto com os GOs, os membros dos diferentes ITHubs elaboraram um RA em inglês (2 a 4 páginas) para cada inovação identificada. Para o efeito, foi desenvolvido pelo S2i um modelo específico. É importante salientar que os resultados dos GOs florestais e agroflorestais só estão disponíveis na língua nacional/original.

O FOREST4EU disponibilizará este conhecimento prático sobre inovações a um público mais vasto em toda a Europa, melhorando a transferência de conhecimento prático do nível local/nacional para o nível da UE.

3.3 Preparação de resumos das práticas selecionadas

A partir de março de 2024, sob a coordenação do S2i, todos os membros dos cinco ITHubs participam na elaboração dos PAs baseados no RA do FOREST4EU. Cada PA inclui uma descrição da inovação, recomendações práticas (por exemplo, qual seria o principal valor acrescentado/benefício/oportunidades para o utilizador final se a inovação fosse implementada? Como é que o profissional pode utilizar a inovação?) e informações de contacto. Todas os RA produzidos estarão disponíveis em inglês e numa das línguas nacionais do consórcio (croata, finlandês, francês, alemão, italiano, letão, português, esloveno e espanhol).

3.4 Processo de seleção de inovações na Eslovénia

Cada parceiro avaliou as 175 inovações, de acordo com a sua relevância numa perspectiva nacional e da UE. Depois da reunião dos resultados da classificação de cada um dos países participantes, foram selecionadas as 20 inovações melhor classificadas por ITHub (100 no total). Na fase seguinte, foram envolvidos peritos nacionais para avaliar 20 inovações por ITHub. Este processo de seleção, na Eslovénia, envolveu 12 peritos que identificaram as 10 inovações mais relevantes do ponto de vista nacional. Estas 10 inovações mais relevantes por ITHub foram depois apresentadas numa sessão de trabalho organizada localmente. A sessão decorreu no SFI e contou com a participação de cerca de 50 pessoas de diferentes grupos-alvo. Para uma melhor compreensão das inovações, foram apresentadas aos participantes breves definições com exemplos práticos de diferentes tipos de inovação. Após a apresentação das inovações, os participantes avaliaram as inovações e os dados foram recolhidos através de um inquérito online. Na Eslovénia, seleccionámos 5 inovações por ITHub, 25 no total.

As inovações selecionadas são apresentadas no quadro abaixo.

The selected innovations are presented in a table below.

Tabela 1. Inovações seleccionadas de 5 ITHubs num workshop com diferentes participantes

IT HUB	GRUPO OPERACIONAL
IT HUB 1: Mobilização da madeira	(1) Criar o seu próprio plano de património com o portal online MojGozdar; (2) Um Sistema de Avaliação da Qualidade de Empreiteiros Florestais; (3) Avaliação de Custos em Sistemas de Colheita usando uma Ferramenta baseada na Web (WoodChainManager);



	<p>(4) LVL (Laminated Veneer Lumber) de faias;</p> <p>(5) Ferramenta online para classificação da qualidade da madeira em toro.</p>
IT HUB 2: Adaptação das florestas às alterações climáticas	<p>(1) Módulo educativo “silvicultores, é a vossa vez de jogar”;</p> <p>(2) Aplicação do SlideforMap para a avaliação do risco hidrológico em florestas geridas de forma sustentável;</p> <p>(3) Bioclimsol: um sistema de apoio à decisão que integra o clima futuro e as condições do solo;</p> <p>(4) UAV e câmara multiespectral para cartografar áreas florestais afectadas</p> <p>(5) “O conceito e a aplicação da ‘floresta de abelhas sustentável’.</p>
IT HUB 3: Gestão sustentável das florestas e serviços do ecossistema	<p>(1) Contabilidade do carbono para os pagamentos por serviços ambientais (PSE);</p> <p>(2) O método ARCHI: uma ferramenta para diagnosticar a vitalidade das árvores;</p> <p>(3) Índice de Potencial de Biodiversidade (IBP): uma ferramenta prática para gestores florestais;</p> <p>(4) Desenvolvimento de um novo marteloscópio para avaliar a biodiversidade e o volume de</p>



	<p>árvores em crescimento com a ajuda de um gémeo digital;</p> <p>(5) Apoiar planos de gestão florestal multi-objeto através de informação de fácil acesso.</p>
IT HUB 4: Produtos Florestais não lenhosos (PFNL)	<p>(1) Estabelecimento de novos modelos de negócio com a PFNL</p> <p>(2) Tratamento biológico do cancro da mama (<i>Cryphonectria parasitica</i>) em Portugal;</p> <p>(3) Protótipo de pilha de carvão vegetal móvel para produção de biochar <i>in situ</i>;</p> <p>(4) Valorização de uma planta negligenciada;</p> <p>(5) Revestimentos pós-colheita de subprodutos de cogumelos</p>
IT HUB 5: Agrofloresta	<p>(1) Rede “Agroflorestação na Áustria</p> <p>(2) “Critérios e indicadores para a certificação da gestão sustentável de um sistema agroflorestal PEFC”;</p> <p>(3) Consultoria orientada para a prática de sistemas agroflorestais na Áustria;</p> <p>(4) “Um plano exequível, passo a passo, com orientações práticas e projetos concretos para permitir a aplicação da agrossilvicultura nas explorações agrícolas”;</p> <p>(5) Indústria local de toros densificados.</p>

Uma das inovações que foi reconhecida como muito interessante foi a denominada “Contabilidade do carbono para PSE”, que foi introduzida pelo GO FOR.TRACK. A inovação foi também reconhecida como importante em seminários realizados noutros países, como a Croácia, a Letónia e a Espanha. O GO e a inovação mencionada são apresentados com mais detalhe na secção seguinte.

4. Desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão para o mapeamento contínuo dos recursos florestais (GO FOR.TRACK)

As florestas fornecem mais do que apenas madeira e materiais não lenhosos; fornecem uma vasta gama de serviços adicionais, incluindo a criação de habitats para a biodiversidade, a purificação da água e a regulação das inundações e do clima (Fortrack,). A sua capacidade de sequestrar carbono, proporcionar arrefecimento e fornecer matérias-primas, alimentos e recursos renováveis é essencial para combater as alterações climáticas, fazer a transição para uma bioeconomia circular e promover o bem-estar da sociedade. A sustentabilidade económica do sector florestal da UE continua a ser um aspeto fundamental da gestão das florestas. Além disso, esta sustentabilidade económica é crucial para manter os vários benefícios que as florestas proporcionam à sociedade, para garantir os meios de subsistência das comunidades rurais. Os pagamentos públicos e privados por serviços ecossistémicos florestais constituem uma alternativa para assegurar o financiamento de uma gestão florestal multifuncional e protetora e a manutenção sustentável daqueles. Neste contexto, é importante desenvolver métodos para quantificar estes serviços ecossistémicos. Entre os serviços para os quais existe um mercado potencial, o carbono é o mais desenvolvido. O objetivo do GO FOR.TRACK foi desenvolver e testar um sistema de apoio à decisão que permite a implementação de práticas de silvicultura de precisão de uma forma simples e intuitiva aquando da atualização e criação de planos de gestão.

Com novas ferramentas tecnológicas, este sistema reforça a influência no mercado dos proprietários florestais privados, das empresas florestais, dos gestores públicos, das empresas de serviços e de comercialização e dos empresários independentes e facilita a conservação do património florestal da Calábria (p. ex.). Permite a transferência de técnicas de investigação para a prática, incluindo as tecnologias SIG, a teledeteção, a modelação espacial e os algoritmos informáticos. Permite, ainda, às empresas carregar facilmente parcelas de inventário florestal e gerar automaticamente mapas de recursos florestais e dados topográficos (por exemplo, elevação, declive, acessibilidade).

Os mapas temáticos e os algoritmos podem ser utilizados para apoiar a tomada de decisões:

- Quantificar variáveis florestais
- Apoiar a elaboração de planos de gestão florestal e pedidos de licenciamento de operações florestais com base num formulário específico, utilizando mapas temáticos e dados recolhidos no terreno
- Manter um registo das intervenções e operações florestais da empresa através de uma base de dados informatizada e cartográfica
- Recolher dados sobre as intervenções realizadas de acordo com os planos de gestão para atualizar a informação da empresa.

Isto altera significativamente o método de elaboração dos planos de gestão, uma vez que as revisões fornecem informações atualizadas, reduzem os custos e aumentam assim o poder de mercado das empresas.

O principal impacto esperado é propor uma mudança na abordagem da gestão florestal utilizando um sistema de informação que permite a integração simples e automática de diferentes bases de dados. Foi desenvolvido um sistema simples que permite encontrar facilmente informações e documentos a nível da empresa. Estas novas tecnologias contribuem para aumentar o valor acrescentado económico das atividades florestais, reduzindo os custos de elaboração e de controlo dos planos de gestão, promovendo a integração da estimativa de múltiplos serviços ecossistémicos e oferecendo uma nova perspetiva sobre a gestão florestal tradicional, que se centra essencialmente na quantificação do volume de existências em crescimento. A implementação do sistema de apoio à decisão



permite o acesso a tecnologias que não estavam disponíveis, devido à falta de competências de programação das empresas e dos técnicos do sector. Especificamente, são esperadas mudanças em toda a comunidade que gere o património florestal da região da Calábria, com potenciais impactos socioeconómicos que permitem:

- Mudanças na forma como os gestores florestais organizam a sua rotina de trabalho;
- uma utilização mais sustentável dos recursos florestais com base nos indicadores definidos pela Forest Europe, a antiga Conferência Ministerial para a Proteção das Florestas na Europa, que podem ser facilmente estimados utilizando o sistema de informação;
- Alteração do nível de rendimento do sector florestal devido à poupança de custos na recolha de dados florestais.

O principal impacto esperado desta rede de projetos é que as metodologias propostas possam melhorar a competitividade do sector florestal na região da Calábria, reduzindo o custo de obtenção de informação, que é atualmente muito elevado com as ferramentas tradicionais. Para além disso, o módulo do sistema implementado a nível regional representa uma primeira base de informação acessível a todas as empresas e técnicos, o que irá provocar uma mudança profunda na aquisição de informações sobre os sistemas florestais da Toscana e, em particular, em todos os municípios da região da Calábria. Em Itália, ainda não existe um Mercado Nacional de Carbono formalizado, e as actividades decorrem principalmente no sector voluntário. Neste cenário, o cálculo do “Business as Usual” (BAU) e a compensação resultante da gestão são cruciais. Para se ter uma ideia do BAU, é importante encontrar métodos que sejam tão padronizados quanto possível e que quantifiquem o carbono com precisão. Neste caso, utilizando os dados de biomassa da parcela, integrando-os com dados de satélite de deteção remota (satélite Sentinel-2), utilizando uma abordagem baseada na área, foi obtido um mapa de biomassa e depois convertido em carbono utilizando o fator de conversão nacional de 0,5. Inicialmente, estes dados não foram utilizados para participar no mercado de créditos de carbono, mas apenas para fornecer um quadro de referência para o BAU e para iniciar as alterações de gestão propostas, com a intenção de calcular as compensações numa fase posterior.

5. Inovação: Cálculo do carbono para o PSE

Os ecossistemas terrestres, incluindo as florestas, desempenham um papel importante no ciclo do carbono, atuando tanto como sumidouros como fontes de dióxido de carbono, em função das suas condições, das práticas de gestão aplicadas e das interações antropogénicas e naturais no interior dos sistemas. Os organismos técnicos e políticos internacionais que se ocupam das alterações climáticas e do problema do aumento das emissões de carbono, a partir da Conferência do Rio de Janeiro de 1992 e do conhecido Protocolo de Quioto de 1997, ratificado pela Itália a nível europeu e nacional (Lei n.º 10 de 1 de junho de 2002), criaram um sistema complexo de cálculo e avaliação das emissões. Este sistema é regularmente revisto e atualizado nas Conferências anuais das Partes (COP/MOP). Neste contexto, é essencial ter em conta os créditos de carbono armazenados pelos ecossistemas florestais. É igualmente crucial quantificar os potenciais aumentos e reduções de CO₂ que podem ser utilizados pelos Estados para reduzir os custos associados à ultrapassagem dos limites de emissão estabelecidos pelo Protocolo de Quioto. O Acordo de Quioto e os seus desenvolvimentos subsequentes conduziram à definição e regulamentação do “comércio de carbono”, um mercado de créditos de carbono que alarga a perspetiva do desenvolvimento de planos energéticos do nível internacional para o nacional e para o regional e sub-regional, permitindo o comércio de créditos de carbono. Além disso, existe a compensação de carbono, em que as emissões de dióxido de carbono e/ou de gases com efeito de estufa são reduzidas para compensar originadas algures.

Neste contexto, é feita uma distinção entre dois mercados principais:

- O mercado oficial
- O mercado voluntário

Neste mercado, os créditos de carbono são transacionados para reduzir as emissões de gases com efeito de estufa, uma das principais causas das alterações climáticas. Um crédito de carbono é uma unidade “intangível” gerada por uma atividade que absorve dióxido de carbono ou evita as

emissões de gases com efeito de estufa. A principal característica do mercado de créditos de carbono é que os créditos são gerados por ações locais de redução de emissões e não por ações noutros países.

5.1 O mercado oficial

O mercado oficial de Quioto abrange todos os tipos de créditos, incluindo as URM's do uso do solo, da alteração do uso do solo e da silvicultura (LULUCF). O limite é o montante mínimo que o Estado garante em UQA, RCE, URE e URM não transferíveis para manter a reserva durante o período de referência. O RCLE-UE inclui créditos LULUCF, incluindo RCeT/RCeL de projetos de RA no âmbito do MDL.

Desde 2008, a Itália tem utilizado créditos de carbono das suas florestas para os objetivos internacionais do Protocolo de Quioto. Atualmente, não é possível cooperar com um gestor/proprietário florestal individual, como o GO, no mercado oficial e ainda não existe um mecanismo de compensação dos proprietários pelos créditos de carbono em Itália.

5.2 O mercado voluntário

O mercado voluntário de carbono é interessante para os proprietários florestais e empresas do complexo GO porque se baseia em regras voluntárias e não estabelece objetivos. A resistência ao carbono resultante da gestão de acordo com o quadro normativo tem de ser quantificada. Isto pode ser difícil, mas alguns operadores de certificação, como o PEFC, o FSC e o VERRA, oferecem metodologias para o cálculo das compensações. O sistema fornece um quadro para a quantificação das compensações que podem ser utilizadas para fins comerciais ou de beneficência a um preço entre 5,50 e 30 euros por tonelada de CO₂.

Embora cada organismo de certificação utilize metodologias diferentes para quantificar os contrabalanços, existem normas formais para a sua quantificação baseadas na colaboração entre emissores, reguladores, ambientalistas e promotores de projetos. Estas normas incluem a *Verified Carbon Standard*, a *Green-e Climate* e a *Chicago Climate Exchange*, que

alargam os requisitos do MDL do Protocolo de Quioto. Quando se refere a projetos MDL, apenas as atividades de RA são elegíveis, enquanto que a nível nacional também se incluem as atividades LULUCF, que são definidas nos artigos 3.3 e 3.4 do Protocolo de Quioto e na Decisão 2/CMP7.

Nas duas florestas das empresas que participam no OG, são possíveis as seguintes medidas de compensação:

- IFM (Improved Forest Management)

Se o complexo das duas empresas florestais quiser entrar no mercado de intervenção voluntária, deve cumprir algumas regras técnicas:

- A adicionalidade e a intencionalidade devem ser calculadas em condições normais de gestão. Isto significa que são calculadas com um projeto específico que é diferente do que é feito normalmente (BAU). Só podem ser consideradas as atividades que conduzam a reduções de emissões e a um aumento do armazenamento (adicional) em comparação com o BAU,
- Os efeitos de absorção devem ser permanentes ao longo do tempo. Os riscos associados a incêndios, tempestades e infestações de pragas devem ser sempre conservadores,
- Deve haver um equilíbrio entre o investimento em absorção e o investimento em conservação e conversão de energia, inclusive para aqueles que comprarão os créditos,
- As adicionalidades devem ser medidas, preferencialmente baseadas em padrões metodológicos verificáveis.

5.3 Metodologia da inovação

Para desenvolver um mapa de biomassa florestal, é fundamental ter acesso a diferentes tipos de informação. No processo de desenvolvimento, utilizámos a informação normalmente disponível para os planos de gestão florestal nas duas florestas geridas pelas duas empresas parceiras do GO FOR.TRACK. A empresa dispõe de uma parcela de terreno com recetor GNSS e centro GNSS onde todas as árvores foram medidas e tem acesso a

informação sobre o volume do stock em crescimento. Utilizámos a informação sobre a parcela de campo para desenvolver um mapa de stock em crescimento baseado num método de área utilizando imagens Sentinel-2 como variáveis preditivas. Nesta base, foi desenvolvido um mapa de stock de crescimento de 23x23 m (Giannetti et al., 2022).

O mapa de volume do stock em crescimento (GSV) foi então convertido num mapa de biomassa. São necessárias duas informações fundamentais para converter o GSV em biomassa: (1) a distribuição espacial dos tipos de floresta; (2) os factores de expansão da biomassa (BEF) e as densidades de base da madeira (WDB) para cada tipo de floresta. Uma vez que o mapa do GSV é um mapa espacial contínuo, para o converter em biomassa, utilizámos o mapa espacial detalhado dos tipos de floresta desenvolvido pelas duas empresas no contexto dos seus planos de gestão florestal como camada geográfica para converter o GSV em biomassa, seguindo a fórmula de Federici et al. (2008):

$$BIO = GSV * BEF * WDB$$

O significado da equação é: GSV é o valor do pixel do volume de stock em crescimento (m³ /ha), BEF é o fator de expansão da biomassa de cada tipo de floresta e WDB é a densidade básica da madeira de cada tipo de floresta.

O mapa de biomassa obtido tem pixéis de 23 m × 23 m, indicando a biomassa florestal em t/ha.

Para converter a biomassa em carbono, utilizámos o fator de conversão 0,5 e obtivemos o mapa de carbono (t/ha), que é o ponto de partida para o BAU (Giannetti et al., 2022).

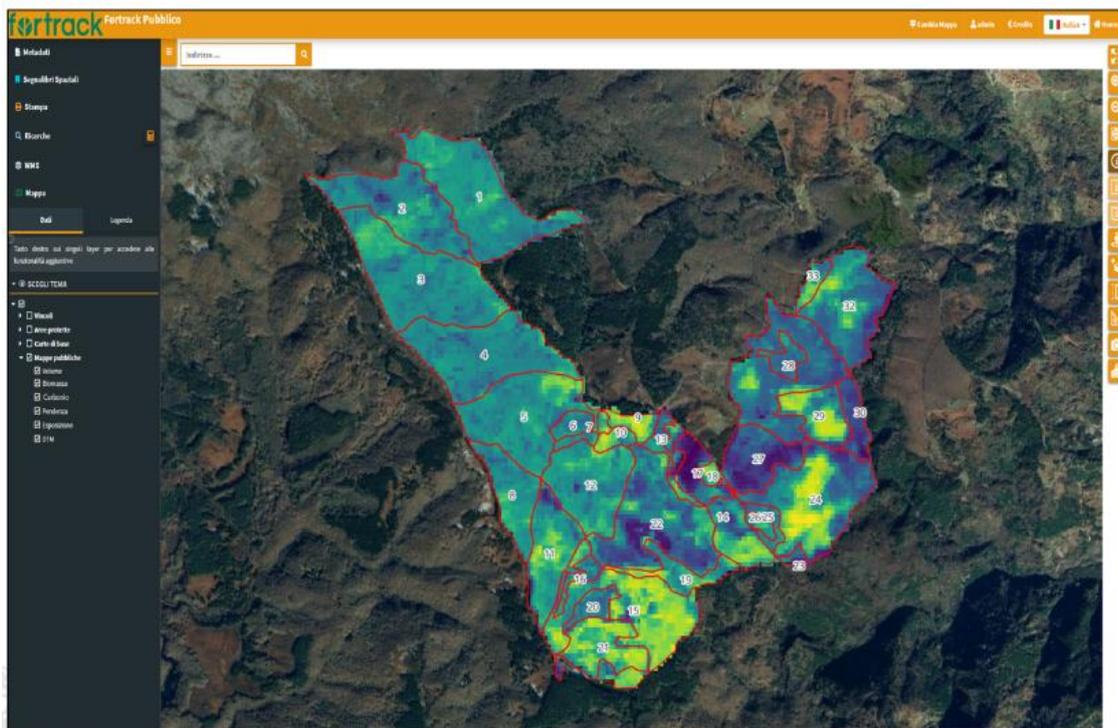


Figura 1. Pormenores do mapa de crescimento de uma zona do GO implementado no sistema de apoio à decisão do GO Fortrack

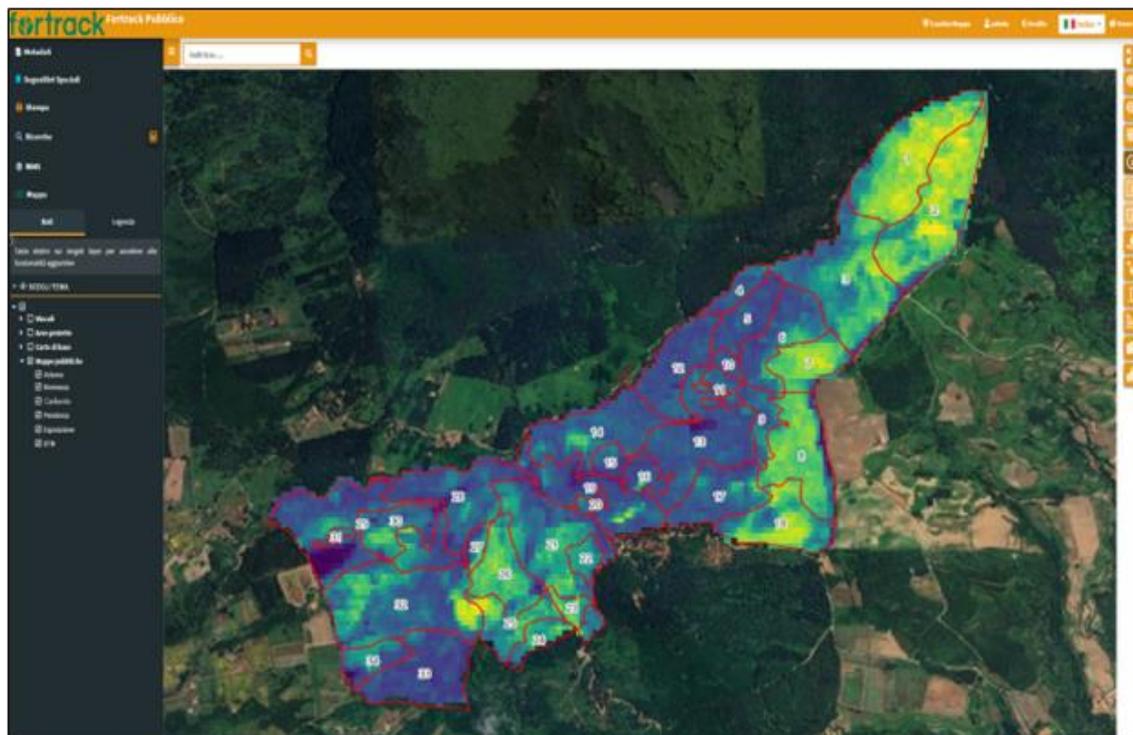


Figura 2. Detalhes do carbono de uma área do GO implementado no sistema de apoio à decisão do GO Fortrack

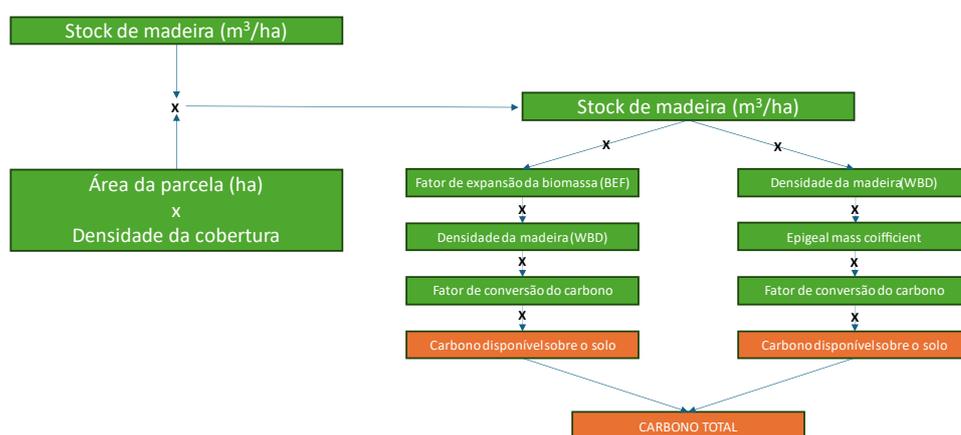


Figura 3. Esquema de cálculo do carbono assimilado pelas florestas do alto Bidente Ridracoli

Para obter um mapa dos serviços ecossistêmicos para a assimilação de carbono da formação florestal, foi desenvolvida a abordagem de Federici et

al. (2008) para as florestas italianas. De acordo com esta abordagem, o stock de madeira foi convertido em biomassa acima do solo (t/ha) e biomassa abaixo do solo (t/ha) e depois em carbono, de acordo com o esquema da Figura 3 e os rácios específicos das espécies indicados no Quadro 1.

Tabela 2. Fatores de expansão da biomassa (FEB), densidade basal da madeira (DBM) e rela o entre a biomassa subterrânea e a biomassa aérea (rela o raiz/parte aérea - R) em fun o do tipo de gestão e da espécie dominante (baseado no trabalho de Federici et al.

Tipo de gestão florestal	Espécies florestais	Fator de expansão da biomassa (BEF) Valor da biomassa acima do solo/volume de madeira	Densidade basal da madeira (WBD) Valor de Anander (t)/volume de madeira fresca (m3)	(R) Peso da biomassa subterrânea/Peso da biomassa lenhosa
Agrupada	Abeto europeu (Picea abies)	1.29	0.38	0.29
	Abeto prateado (Abies alba)	1.34	0.38	0.28
	Pinheiro de montanha (Pinus nigra, Pino Silvestris, pino Wallichiana)	1.33	0.47	0.36
	Outras coníferas	1.37	0.43	0.29

	(Greek fir, larch, juniper)			
	Faixa europeia (Fagus Sylvatica)	1.36	0.61	0.20
	Carvalho turco (Quercus cerris)	1.45	0.69	0.24
	Outros carvalhos	1.42	0.67	0.20
	Castanheiro (Castanea sativa)	1.33	0.49	0.28
	Outras árvores de folha larga (Carpino, Ciliegio)	1.47	0.53	0.24
Talhadio	Carpa-preta e Carpa-branca (Fagus Sylvatica)	1.36	0.61	0.20
	Castanheiro (Castanea sativa)	1.33	0.46	0.28
	Carpa-preta e Carpa-branca	1.28	0.66	0.28
	Carvalho turco (Quercus cerris)	1.23	0.69	0.24
	Carvalho-de-bico-branco	1.23	0.69	0.24

	(Quercus pubescens)			
	Outros carvalhos	1.39	0.65	0.20
	Outras árvores de folha larga (Major Ash, Manna Ash)	1.53	0.53	0.29
Plantações	Coníferas (Duglasia)	1.41	0.43	0.29

Mais detalhadamente, a biomassa acima do solo de cada parcela florestal foi calculada utilizando a seguinte função:

$$\text{Biomassa acima do solo (ton)} =$$

$$\text{volume de madeira em stock} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{ha}} \right) * \text{área (ha)}$$

$$* \text{percentagem de coberto (\%)} * \text{densidade da madeira} \left(\frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \right)$$

$$* \text{fator de expansão da biomassa}$$

Os fatores de expansão da biomassa foram obtidos para cada parcela florestal com base nas espécies dominantes usando os resultados preliminares do projeto RiselvItalia realizado pela ISAFSA (ISAFSA 2004), enquanto as densidades para conversões de volume fresco em peso seco foram derivadas para cada espécie dominante por Giordano (1988) (Tabela 1).

$$\text{Biomassa abaixo do solo (ton)} =$$

$$\text{volume de madeira em stock} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{ha}} \right) * \text{área (ha)}$$

$$* \text{percentagem de coberto (\%)} * \text{densidade da madeira} \left(\frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \right)$$

$$* \text{fator de conversão R}$$

Os fatores de conversão R foram obtidos para cada espécie dominante usando resultados preliminares do projeto RiselvItalia pela ISAF (ISAF 2004), enquanto que as densidades para conversões de volume fresco em peso seco foram derivadas para cada espécie florestal por Giordano (1988) (Tabela 1).

A partir dos mapas de biomassa florestal obtidos, mapas de assimilação de carbono foram criados usando o fator de conversão calculado com base na regulamentação EN-16449, que também foi usada por Federici et al. (2008) em Itália. Conforme estabelecido no regulamento EN-16449 de 2014, a madeira contém diferentes quantidades de celulose (entre 40% e 55%), hemicelulose (entre 12% e 15%), lignina (entre 15% e 30%) e extrativos (entre 2% e 15%) dependendo da espécie de árvore. Com base na nesta composição, pode-se presumir que a madeira tem um teor médio aproximado de carbono de cerca de 50% do peso seco da madeira. De acordo com o procedimento descrito em Federici et al. (2008) e o padrão EN-16449 (2014), um fator de conversão de 0,5 é usado neste trabalho como o valor para o teor de carbono da biomassa da madeira.

A biomassa acima do solo, a biomassa abaixo do solo, o carbono assimilado acima do solo e o carbono assimilado abaixo do solo foram calculados para cada unidade florestal usando o seguinte método. O carbono assimilado total foi calculado adicionando carbono assimilado epigeu (acima do solo) e carbono assimilado hipogeu (abaixo do solo).

6. Bibliografia

BS EN 16449:2014. Wood And Wood-Based Products. Calculation Of The Biogenic Carbon Content Of Wood And Conversion To Carbon Dioxide (British Standard). 2014

EU Cap Network. https://eu-cap-network.ec.europa.eu/operational-groups_en (24.5.2024)

Federici, S., Vitullo, M., Tulipano, S., De Lauretis, R., Seufert, G. 2008. An approach to estimate carbon stocks change in forest carbon pools under the UNFCCC: The Italian case. *IForest*, 1, 86–95.

Fortrack. <https://fortrack.it/> (29.05.2024)

Giannetti, F.; Chirici, G.; Vangi, E.; Corona, P.; Maselli, F.; Chiesi, M.; D'Amico, G.; Puletti, N. 2022. Wall-to-Wall Mapping of Forest Biomass and Wood Volume Increment in Italy. *Forests*, 13, 1989. <https://doi.org/10.3390/f13121989>

Giordano, G., 1988. Tecnologia del legno, Tecnologia del legno. Unione tipografico-editrice torinese.

Guidelines On Programming for Innovation and Implementation of the EIP for Agricultural Productivity and Sustainability. 2013. Brussels, European Commission.

INFC Il disegno di campionamento. Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. 2004.

Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, Dec. 10, 1997, 2303 U.N.T.S. 162.

Land Use, Land-Use Change and Forestry (LULCF). <https://unfccc.int/topics/land-use/workstreams/land-use--land-use-change-and-forestry-lulucf> (24.5.2024).

- Nieto Aleman P A., Garcia-Alvarez-Coque J., Corbi J M., Pineiro V. 2021. Collaboration through eip-agri operational groups and their role as innovation intermediaries' special issue innovation and sustainability of agri-food system in the mediterranean area. *New Medit*, 3: 17 – 32.
<http://dx.doi.org/10.30682/nm2103b>
- Parzonko A J., Wawrzyniak S., Krzyzanowska K. 2022. The role of the innovation broker in the formation of EIP-AGRI operational groups. *Annals of the polish association of agricultural and agribusiness economists*, 24, 1: 194 – 208.
<http://dx.doi.org/10.5604/01.3001.0015.7252>
- Weiss G., Ludvig A., Živojinović I. 2020. Four decades of innovation research in forestry and the forest-based industries – a systematic literature review. *Forest Policy and Economics*, 120.
<https://doi.org/10.1016/j.forpol.2020.102288>
- Wiltshire J., Avis K., Gill D. 2023. Guidance to member states in improving the contribution of land-use, forestry, and agriculture to enhance climate, energy and environment ambition. Brussels, European Commission.



FOREST4EU

 **Funded by the European Union**

Funded by the European Union (Grant n. 101086216). Views and opinions expressed are however those of the authors only and do not necessarily reflect those of the European Union or REA. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.



 forest4eu.eu



-  FOREST4EU Project
-  FOREST4EU Project
-  info@forest4eu.eu