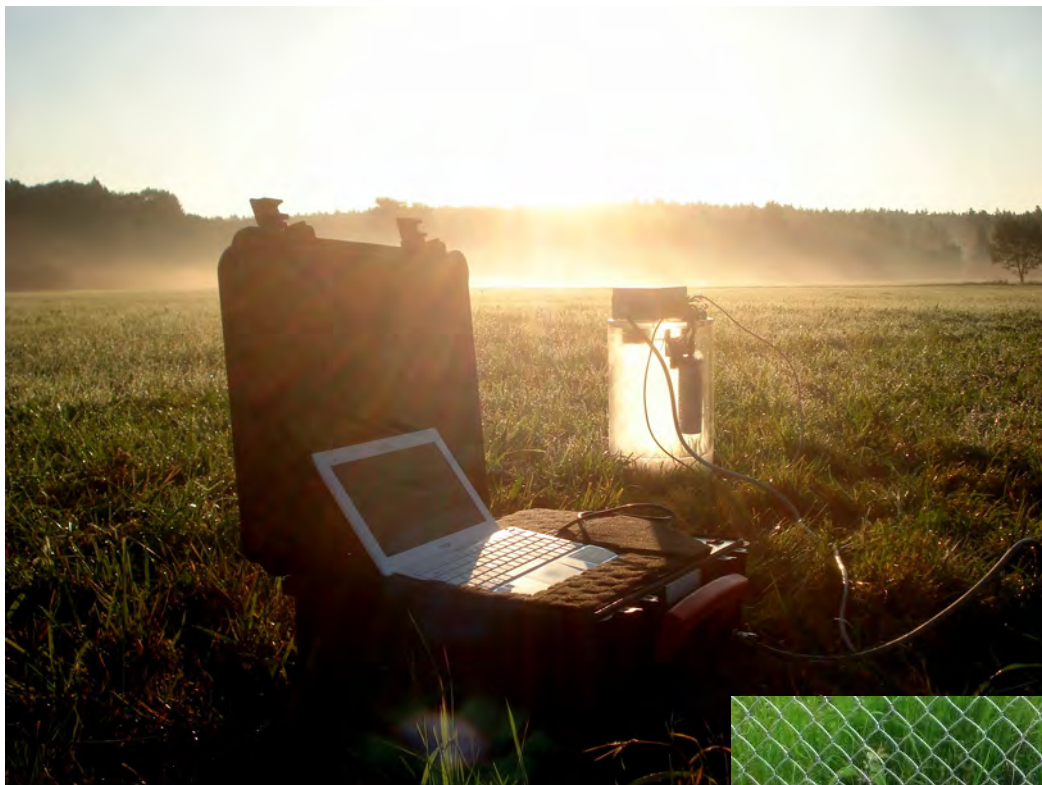


Manual do sistema de câmaras SEMACH- e SEACH-FG



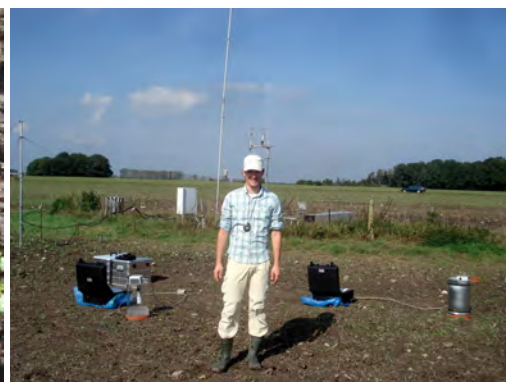
v. 3.1

As câmaras SEMACH-FG (manual, figura maior) e SEACH-FG (automático, pastagem) no campo. A imagem acima mostra a caixa de controle com bateria portátil e armazenamento de dados, na maleta (no primeiro plano); a própria câmara que armazena a respiração pode ser vista atrás da maleta (em segundo plano). A imagem à direita mostra a câmara SEACH-FG completa. O armazenamento de dados e a unidade de direção estão protegidos na caixa.



Índice

Metas e objetivos	3
Começando	3
Instalação	3
Respiração do solo ou de ecossistema?	4
Câmara manual (SEMACH-FG)	5
Equipamentos inclusos	5
Fazendo o download do programa SEMACH-FG	5
Coletando dados	6
Manual do programa da câmara e imagem guia (do display)	7
Amostragem para metano (CH ₄) e óxido nítrico (N ₂ O)	8
Câmara automática (SEACH-FG)	9
Equipamentos inclusos	9
Instalando a câmara automática	9
Mudando as configurações da câmara	11
Coletando dados	12
Limpeza e manutenção	13
Soluções de problemas	14
Sistema manual (SEMACH-FG)	14
Sistema automático (SEACH-FG)	15
Analisando os dados	16
Cálculo dos fluxos	17
Referências	18
(o último recurso)	18



Metas e Objetivos

Sistemas de câmaras são usados para analisar a respiração de solos e/ou de ecossistemas em qualquer tipo de cobertura da terra e independente da estação ou das condições climáticas. No modo padrão, apenas fluxos de dióxido de carbono (CO_2) podem ser determinados, enquanto mensurar fluxos de metano (CH_4) e de gás nitroso (N_2O) demanda a disponibilidade de um cromatógrafo de gases apropriado (e mais tempo). Nesse manual, “câmara” se refere a:

- Operada manualmente: SEMACH-FG (**S**oil **E**mission **M**Annual **C**hamber-Freiberg) ou
- Sua equivalente automática: SEACH-FG (**S**oil **E**mission **A**utomatic **C**hamber-Freiberg).

O artigo de revisão (review paper) de Oertel et al. (2016) fornece informações metodológicas e apresenta a compreensão atual de fluxos de respiração global de solos.

Começando

Certifique-se de entrar em contato com as autoridades competentes (e proprietários) antes de iniciar a coleta de seus dados. Ter permissão para fazer sua pesquisa é vital para seu trabalho. É importante manter uma relação positiva com os responsáveis pela área onde você está trabalhando. Isso faz com que a experiência seja mais agradável para todos os envolvidos e aumenta suas chances de voltar para a área no futuro. Manter um nível de profissionalismo também coloca mais crédito para o seu nome e para a sua pesquisa.

Instalação

Você precisará de tubos de plástico (= anéis: PVC-KGU DN250) com uma borracha interna para uma vedação completa das câmaras. A vedação de borracha cria um ajuste apertado entre o anel e a câmara, impedindo que o gás escape. Isso garante dados mais precisos e confiáveis. A altura do tubo deve ser cerca de 105 mm e ele deve ser cortado nessa dimensão em uma oficina (workshop).

Adquira anéis com essas dimensões:

- Diâmetro exterior 286 mm
- Diâmetro interior 250 mm
- Espessura da parede 6.1 mm

Esses anéis de PVC baratos e duráveis são comercialmente disponíveis em lojas de construção e ferragem, e em lojas especiais para construção de equipamentos: material do tubo, PVC-KGU DN 250.

Foto à direita: mostra os anéis antes (esquerda) e depois (direita) de serem instalados.



Instalar os anéis no solo é uma tarefa simples, que exige:

- 1 martelo de borracha
- 1 nível (comprimento mínimo de 40cm)
- 2 pessoas

O objetivo desses anéis de PVC é permitir não só uma vedação entre a câmara e o solo, mas também uma base sólida para a o sistema da câmara que pode ser usado várias vezes sem mais perturbação do solo. Quando a instalação dos anéis estiver pronta, o operador precisa tomar cuidado para perturbar o solo o mínimo possível.

Com uma pessoa martelando o anel no solo, com cuidado, a outra pessoa segura o anel firme e no lugar, usando um nível para manter na posição adequada. Segurando o anel você diminui o choque no solo. Ondas de choque poderiam quebrar o solo (muito importante em condições de solo seco ou fortemente compactadas). A quebra do solo faz com que seja mais difícil colocar o anel no lugar, uma vez que o solo irá desmoronar com o impacto mecânico.

Uma vez que o anel é colocado firmemente no solo (máximo de profundidade 5 cm; abaixo da vedação de borracha), o nível é usado de novo para controlar que a posição do anel esteja nivelada; faça os ajustes necessários.

É importante instalar os anéis ao menos 24 horas antes de fazer as primeiras coletas de dados. Dependendo da dinâmica do sistema, este intervalo de tempo pode ter que ser estendido (ex. zona de clima frio). Este intervalo de tempo permite que o solo se estabeleça e se ajuste de volta às suas condições normais (solo é uma forma viva).

Solo ou respiração ecossistêmica?

Fluxos de CO₂ podem ser separados em três tipos diferentes:

- 1) A respiração de solo inclui as respirações de raízes e as respirações microbiológica aeróbica e anaeróbica. A respiração de raízes contribui em media para ate 50 % da respiração total de solos, mas pode variar entre 10–95 %, dependente da estação e o tipo de vegetação (Hanson et al. 2000),
- 2) A respiração de ecossistemas inclui tudo listado (1) e também a respiração de plantas em cima do solo,
- 3) Net ecosystem exchange (NEE) esta a diferença entre fotossíntese e respiração de ecossistema. Um NEE positivo mostra uma fonte de CO₂, um NEE negativo mostra uma fossa de CO₂.

Se você desejar determinar a **respiração do solo e de ecossistema**, certifique-se de que a própria câmara está coberta com a folha de alumínio almofadada (a parte de alumínio à mostra, do lado de fora) para prevenir atividade fotossintética na câmara. Tenha certeza de que o sistema pode equilibrar - mínimo 1 minuto.

Se você quiser determinar a respiração do ecossistema, a cobertura (folha de alumínio acolchoada) precisa ser removida. Essa opção é apenas praticável com pequena vegetação, que não interfere nos sensores internos da câmara, ex. pequena vegetação, grama curta, etc.

Câmara manual (SEMACH-FG)

A câmara manual é um sistema dinâmico fechado, capaz de medir a respiração do solo e/ ou da ecossistema no local, com base em dióxido de carbono (CO_2) como padrão. Metano (CH_4) e gás de óxido nitroso (N_2O) podem ser determinados por amostragem através de uma interface em frascos apropriados (por exemplo Exetainers©) e subsequente cromatografia de gás. A câmara é fácil de transportar (21 kg para tudo) e pode ser usada em diversas áreas. É um dispositivo de uso flexível, mas que exige manuseamento e supervisão humana.

Equipamento fornecido:

- o Sistema SEMACH-FG (câmara); 11,7 kg inclusive caixa de transporte de alumínio
- o Caixa de controle (caixa Peli); 9,1 kg:
 - o Laptop com Carregador
 - o Cabo USB
 - o Carregador da caixa de controle

Download do programa do sistema SEMACH-FG

Definição dos canais

- 1) Selecione as abas “Setup” e “Multichannel”
 - 2) Em “Channel number” puxe para baixo e selecione N° desejado
 - 3) No espaço abaixo de “Channel name” digite o nome desejado
 - 4) Em “Physical Channel”, selecione “Dev2/ai(N-1)”
 - 5) No espaço abaixo de “Slope” e “Offset” insira a configuração para o canal, para a câmara que você está usando
 - 6) No espaço “Designation calibrated unit” insira a unidade apropriada
 - 7) Clique em “Save”
 - 8) Repita os passos 1–7 para cada canal
- o A ordem padrão dos canais fixos é a seguinte:
 1. Inside chamber humidity (%rF), (umidade dentro da câmara)
 2. Inside chamber temperature ($^{\circ}\text{C}$), (temperatura dentro da câmara)
 3. Inside chamber pressure (mbar), (pressão dentro da câmara)
 4. Soil moisture (volumetric water content, VWC), (umidade do solo (conteúdo volumétrico de água, VWC)
 5. Soil temperature ($^{\circ}\text{C}$), (temperatura do solo)
 6. CO_2 concentration (ppm_v), (concentração de CO_2)
 7. Outside chamber humidity (%rF), (umidade fora da câmara)
 8. Outside chamber temperature ($^{\circ}\text{C}$), (temperatura fora da câmara)
 9. Outside chamber pressure (mbar), (pressão fora da câmara)
 10. Outside chamber photosynthetically-active radiation (PAR), (radiação fotossinteticamente ativa (PAR) fora da câmara)

Download e transferência de configurações

- 1) Para transferir a configuração do programa para outro computador, selecione “Export Configuration” abaixo da aba “Setup” e nomeie o arquivo
- 2) Transfira de arquivos para um computador secundário
- 3) Abra o programa e abaixo da aba “Setup” selecione “Import configuration” e encontre o arquivo apropriado

Coletando os dados

Antes de você sair:

- o Lista de verificação para evitar que você esqueça os materiais
- o Carregar a caixa de controle
- o Carregar o computador e baterias reservas
- o Chaves para acessar as áreas (no caso de você trabalhar em uma área protegida)

Coletando dados

- 1) Conecte o cabo da câmara à caixa de energia e certifique-se de que as inserções estão limpas
- 2) Conecte o cabo USB no laptop
- 3) Ligue a caixa de controle
- 4) Remova as tampas dos sensores de radiação (PAR), temperatura do solo e umidade do solo
- 5) Certifique-se de que a entrada de coleta de amostra manual de gás está fechada
- 6) Insira completamente os sensores de temperatura do solo e de umidade (5cm)
- 7) Ligue o laptop
- 8) Abra o programa “SEMACH-FG”
- 9) Abaixo da aba “Multichannel”, certifique-se de que os canais desejados estejam listados do lado esquerdo e selecionados para gravação
- 10) Selecione “Setup” e certifique que o botão “Enable channel” esteja amarelo claro para cada canal desejado
- 11) Múltiplos canais podem ser vistos ao mesmo tempo abaixo da aba “Multichannel”, enquanto todos os canais estão sendo gravados.
- 12) Um único canal pode ser visto sob a aba “Single Channel”, enquanto todos os canais estão sendo gravados
 - a) Para mudar a visão de um único canal selecione a aba “Setup” e basta selecionar o número do canal desejado em “Channel Number”
- 13) Abaixo da aba “Measurement” selecione a imagem de pastas do lado esquerdo da tela para selecionar onde salvar os dados gravados e nomeie o arquivo. Isso deve ser feito para cada gravação individual.
- 14) Na caixa branca de comentários escreva as descrições (ex.)
 - a) Data

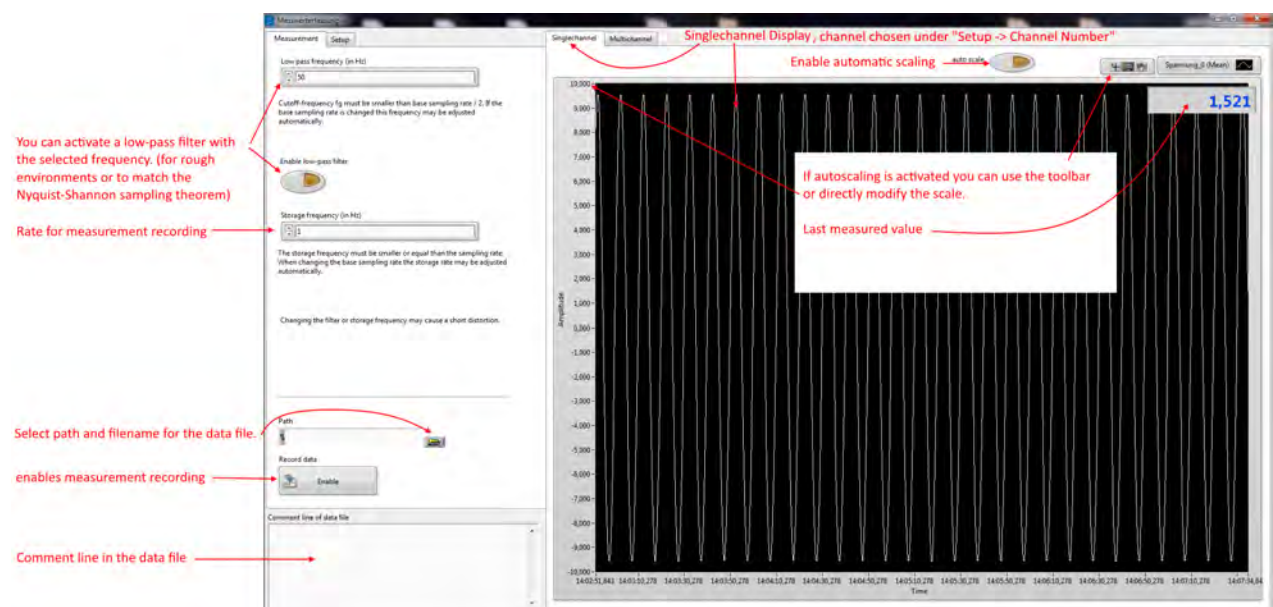
- b) Anel #
- c) Clima
- d) Vegetação/ Localização
- e) Identificação da amostra para cada anel (primeira, segunda, terceira...)
- 15) Para começar a gravar os dados, clique no botão "Enable"
- 16) Encaixe a câmara no anel de PVC. Ao colocar, certifique-se de que a câmara está em linha reta e bem encaixada.
- 17) Grave os dados para um determinado intervalo de tempo (depende do projeto)
- 18) Para parar de gravar, clique no mesmo botão, agora com o nome "Deactivate"
- 19) Deixe o nível de CO₂ retornar ao normal
- 20) Repita os passos 11–17 pelo menos três vezes para cada anel (o número de medições repetidas depende do projecto)
- 21) Uma vez finalizada a coleta de dados, feche o programa
- 22) Recoloque as tampas de cada sensor
 - a) Luz (PAR)
 - b) Temperatura do solo
 - c) Cobertura do conector fora da caixa de controle (caixa Peli)
- 23) DESLIGUE A CAIXA DE CONTROLE
 - o Se a bateria estiver menor que 10%, certifique-se de carregar o dispositivo (o carregador pode ser encontrado na caixa de controle = caixa Peli)

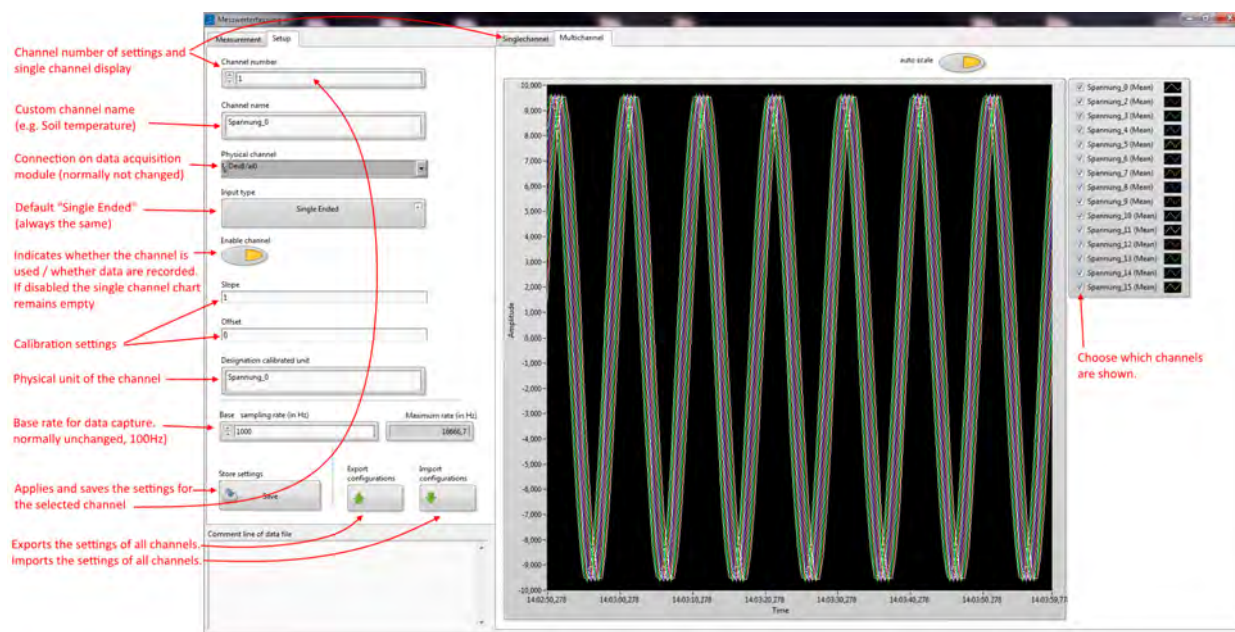
Quando você deixar o campo

- o Traga de volta os equipamentos, o computador e a caixa de controle e armazene com segurança
- o Leve o lixo embora
- o Tranque as portas e portões do local (se você trabalhar em uma área protegida).

Manual do programa da câmara e imagem guia (do display)

As duas telas seguintes mostram os menus de "Medição" e "Set-up", com descrições das opções individuais:





Amostragem para metano (CH₄) e oxido nitroso (N₂O)

Embora a determinação das taxas de fluxo de CO₂ seja relativamente rápida e simples, uma avaliação adicional das taxas de metano e de fluxo de óxido nitroso exige mais tempo e etapas adicionais de trabalho. Cada câmara é equipada no topo com uma interface luer-lock e a válvula. Essa válvula geralmente está fechada. Quando a medição de CO₂ começa, é normal ser depois de 1 minuto de atraso. Uma primeira amostra de gás pode ser feita com uma seringa de 10 mL (sistema luer-lock) e uma agulha fina (0,45 x 25 mm). A seringa está firmemente anexada à interface, a válvula aberta, e um primeiro volume da seringa tomado. A válvula é fechada, a seringa retirada e seu gás expelido. O processo é repetido, mas dessa vez, o gás não é expelido, mas injectados com a agulha através de um septo (duas vezes) para um frasco adequado. Nós recomendamos os frascos de vidro 5.9 mL Exetainer®, da companhia Labco Limitada na Grã-Bretanha. O frasco é devidamente rotulado e representa as concentrações de gás da linha de base. Quando o CO₂ medido está no fim, esse processo é repetido, gerando um novo frasco. Uma vez que tanto CH₄ e N₂O exigem taxas de acúmulo consideravelmente mais longas, a câmara agora não é retirada da base (o anel de PVC). Em vez disso, haverá lugar para mais amostragens de gás em, por exemplo, intervalos de 5 minutos. Um mínimo de três amostragens de gás, melhor de cinco a seis amostras de gás devem ser tomadas sobre o total de 30 minutos, para representar adequadamente o fluxo de gás. Depois disso, a câmara será retirada e estará livre para outro ciclo.

Câmara automática (SEACH-FG)

A câmara automática pode ser usada em alternativa ao sistema manual como uma estrutura permanente, trabalhando de forma autônoma por vários meses – mas precisa de energia elétrica (grade) e manutenção regular. A SEACH-FG câmara de fluxo automático mede a respiração de solo e/ ou de ecossistema (CO_2), mas pode ser programada para determinar o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O) com um link direto para um cromatógrafo de gás móvel. Em ambas as configurações, é um sistema maior e só pode ser utilizado de forma realista para um único local. Mover o equipamento consome tempo e é mais tedioso. A localização pode ser um fator limitante, mas a SEACH-FG não requer assistência humana faz medidas automaticamente 24 horas; uma opção viável, ex. em locais de monitoramento do Estado.

Equipamentos inclusos

- o Sistema SEACH-FG (câmara)
 - ==> Data logger
- o Cabo de transferência de dados
- o Cabo USB
- o Laptop/ Carregador

Instalando a câmara automática SEACH-FG

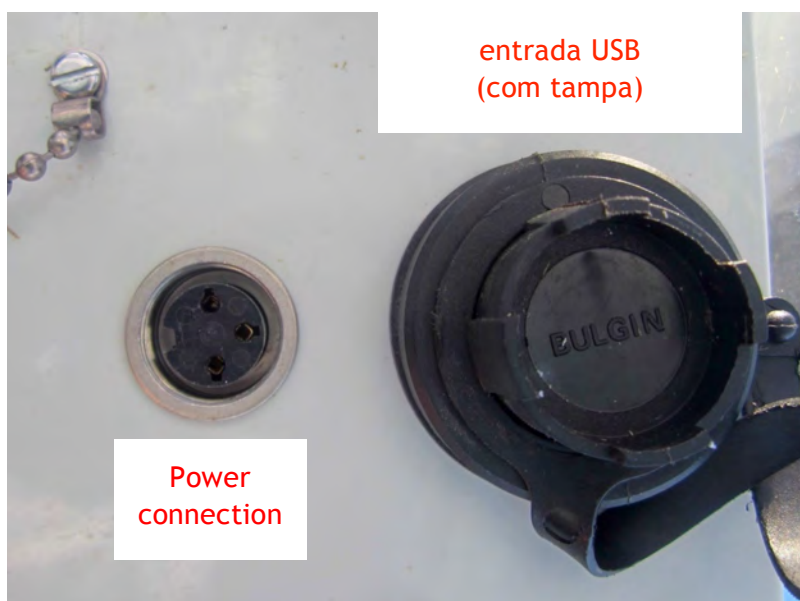
Antes de você sair

- o Lista de verificação para evitar que você esqueça os materiais
- o Carregador do laptop e baterias reservas
- o Cabo USB
- o Cabo para conectar na tomada
- o Chave do data logger
- o Chaves para acessar as áreas (no caso de você trabalhar em uma área protegida)

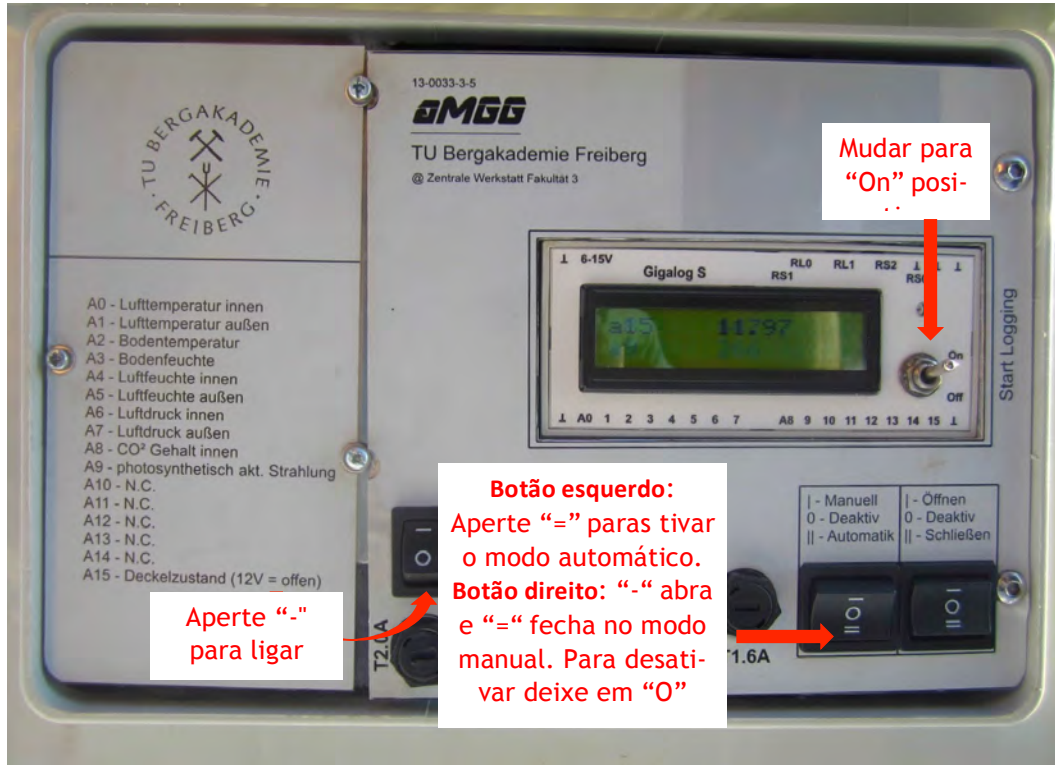
Instalação

1. Encaixe a câmara dentro do anel de PVC. Ao colocar, certifique-se de que a câmara está em linha reta e bem encaixada. Insira completamente os sensores de temperatura do solo e de umidade (5 cm).
2. Conecte a câmara à fonte de energia

A imagem mostra a fonte de energia (à esquerda) e a entrada USB protegida (à direita)



3. Use a chave do data logger para abrir a caixa e certifique-se de que os interruptores do data logger estão na posição adequada



A imagem acima mostra os vários canais (A0 a A15) na esquerda e no visor (centro, direita). Esses canais são programados da seguinte forma:

- A0: Temperatura interna do ar (°C)
- A1: Temperatura externa do ar (°C)
- A2: Temperatura do solo (°C)
- A3: Umidade do solo (VWC)
- A4: Umidade interna do ar
- A5: Umidade externa do ar
- A6: Pressão interna do ar (mbar)
- A7: Pressão externa do ar (mbar)
- A8: Concentração interna de CO₂ (ppm_v)
- A9: Radiação fotosinteticamente ativa (PAR)
- A10-A14: não utilizado
- A15: estado da tampa (12 V = aberto)

Quatro interruptores são visíveis no lado direito do painel do data logger. Salvaguardados com 2,0 Amperes, do lado esquerdo está o interruptor principal liga/ desliga. Ao lado do visor existe outro interruptor para ligar/ desligar. Os dois interruptores que estão lado a lado, na parte inferior, têm como funções o funcionamento da câmara (I = Manual, 0 = desativado, II = automático) e o outro para o funcionamento da tampa da câmara (I = aberto, 0 = desativado, II = fechar). Esta opção pode substituir a configuração automática (por exemplo, em caso de um problema).

4. Feche a tampa do data logger para protegê-lo de problemas mecânicos relacionados ao clima.

Mudando as configurações da câmara

- 1) Abra o data logger e ligue-o
- 2) Remova a tampa de proteção da conexão USB e conecte o cabo USB entre o data logger e o laptop
- 3) Abra o programa "Gigaterm" no laptop
- 4) Selecione a aba "Macros"
- 5) Selecione a aba "m3"
- 6) Selecione "Perform exactly"
 - a) Defina "10" na aba segundos e deixe o resto como zero
 - b) Digite a seguinte equação no espaço "Command"
if a 15>10 rl1=0 wt2000s else rl1=1 wt1000s
 - i) Essa equação mostra ao programa quando a câmara estava aberta e fechada
 - ii) 15>10 rl1= 0 é a tensão para abrir a tampa
 - iii) rlr=1 é a tensão para fechar o programa
 - iv) wt significa espera, e o número que se segue é a quantidade de tempo, em segundos, que deve estar nessa posição. Estes números são ajustáveis de acordo com a sua preferência
 - v) a equação acima mostra o data logger com a tampa aberta por 2000 segundos e fechada por 1000 segundos
 - c) Clique em "Apply"
- 7) Selecione "Without date"
 - a) Na lacuna "Command" escreva "rl0=1"; Isso mostra ao data logger quando os padrões estão na posição tampa fechada ou aberta
 - b) Clique em "Apply"
- 8) Ligue o data logger
- 9) Clique na caixa amarela no canto superior esquerdo com a seta apontando para baixo. Este botão faz o download dos novos dados armazenados no data logger
- 10) Desconecte os cabos e recoloca a tampa na entrada do cabo do data logger

Configurando os Horários de Verão e de Inverno

- 1) Remova a tampa de proteção da conexão USB e conecte o cabo USB no data logger e no laptop
- 2) Abra o programa "Gigaterm"
- 3) No canto superior esquerdo clique na caixa amarela com a pequena imagem de um relógio
- 4) Clique na caixa amarela no canto superior esquerdo com a seta apontando para baixo. Esses são os downloads dos novos dados arquivados no data logger
- 5) Desconecte os cabos e coloque a tampa de proteção da entrada do data logger

Coletando dados

Antes de você sair

- o Lista de verificação para evitar que você esqueça os materiais
- o Carregue o laptop e as baterias reservas
- o Conecte o cabo USB
- o Chave do data logger
- o Chaves do campo (no caso de você trabalhar em uma área protegida)

Gerando dados

- 1) Remova a tampa da entrada USB e conecte o cabo USB no data logger e no laptop
- 2) Faça login no laptop
- 3) Abra o programa “Gigaterm”
- 4) Certifique-se de a sessão estar em “COM”
- 5) Clique em “Open”
- 6) Clique na seta à esquerda (na caixa amarela com seta apontando para cima)
- 7) Selecione a aba “Upload”
- 8) Clique em “Switch” para selecionar o arquivo
 - a) Não mude o nome do arquivo. Deixe-o como “gigalog”
- 9) Certifique-se de que “Add File” está selecionado
- 10) Clique em “Start”
- 11) Uma vez completo, desmarque “Open”
- 12) Feche o programa
- 13) Coloque a tampa na entrada USB do data logger

Apagando os dados

Esse processo apaga todos os dados armazenados na câmara automática. Certifique-se de que os dados estão salvos no computador antes de excluí-los.

- 1) Remova a tampa da entrada USB e conecte o cabo USB no data logger e no laptop
- 2) Faça login no laptop
- 3) No laptop, abra ‘aMGG Formator”
- 4) Certifique-se de ter selecionado “COM 3”
- 5) Clique em “Link”
- 6) Clique em “SD-Format Card”

Quando você for embora

- o Traga de volta o laptop, o cabo USB e a chave do data logger
- o Leve o lixo consigo
- o Tranque o local (se você trabalhar em uma área protegida)

Limpeza e manutenção

Manter os equipamentos limpos garante um espaço de trabalho organizado e ajuda o equipamento a funcionar de forma eficiente nos próximos anos. É importante limpar qualquer vestígio de solo, que pode estar na câmara e/ ou nos sensores de temperatura e umidade do solo. Limpe o sensor PAR cautelosamente, toda vez com um pano macio. Também é necessário certificar-se de limpar o cabo que conecta a câmara à caixa de energia. Um pedaço de pano ou de papel toalha seco é suficiente para a limpeza. A própria câmara (vidro de acrílico) precisa ser limpa (com um pano de microfibra úmido) sempre que estiver visivelmente suja e sua translucidez inibida.

Junto com a limpeza vem a manutenção dos equipamentos. Após o trabalho de campo, a câmara precisa ser armazenada em um lugar seguro e, de preferência, em sua caixa original. Os sensores de umidade do solo e de temperatura são as partes mais frágeis e expostas da câmara. Portanto, ao armazená-la, certifique-se de que os cabos estejam tampados e colocados por cima da câmara, não por baixo.

Todo o equipamento deve ser testado em uma oficina ou laboratório antes do uso em campo e todas as funções testadas para a plena operacionalidade. Certifique-se de que as baterias sejam removidas quando o equipamento não for utilizado durante algum tempo (semanas) e armazenadas adequadamente. Mantenha a capacidade das baterias recarregáveis de acordo com seu plano de manutenção.

Soluções de Problemas

Câmara Manual

Problema	Possíveis Soluções
O programa não lê nenhum valor	<ul style="list-style-type: none"> • Desconecte e reconecte os cabos • Desligue e ligue o programa de novo • Desligue e ligue a caixa de energia de novo • Reinicie o laptop • Conecte os cabos a uma outra entrada USB do laptop • Certifique-se de que os equipamentos estejam carregados
O program fornece dados claramente impossíveis/ errados	<ul style="list-style-type: none"> • Desconecte e reconecte os cabos • Desligue e ligue o programa de novo • Conecte os cabos a uma outra entrada USB do laptop • Certifique-se de que os equipamentos estejam carregados • Se nenhuma das dicas acima resolver o problema, o equipamento pode estar quebrado e precisa ser levado para reparos
Medindo no inverno (temporada de frio)	<ul style="list-style-type: none"> • Traga ferramentas para cavar buracos para os sensores (no solo congelado). Isso evitar dobras ou a quebra dos sensores, devido à força • Os anéis podem acumular neve e gelo durante os meses de inverno. Lembre-se de trazer uma ferramenta para ajudar a quebrar o gelo dentro dos anéis para garantir que a câmara possa ser devidamente encaixada

Câmara Automática

Problema	Possíveis Soluções
A opção “COM 3” não aparece no menu	<ul style="list-style-type: none"> • Insira o cabo USB em outra entrada do laptop • Desconecte e reconecte o cabo • Desconecte e reconecte o cabo conectado a câmara, gire-o em 180 graus e reinsira • Feche e reabra o programa • Desligue a câmara automática enquanto estiver fazendo o download dos dados
“Error” aparece quando você tenta fazer o download dos dados	<ul style="list-style-type: none"> • Certifique-se de que o nome do arquivo (“gigalog”) não foi alterado • Desligue a câmara automática enquanto estiver fazendo o download dos dados
Câmara desliga inesperadamente	<ul style="list-style-type: none"> • Reinicie a câmara ligando-a e desligando-a • Se o problema persistir, leve a câmara automática a uma oficina (workshop) para reparo
A tampa automática nem fecha nem abre – ou faz pequenos movimentos parciais	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de energia na caixa de controle.

A câmara automática com a tampa em estado quase aberto



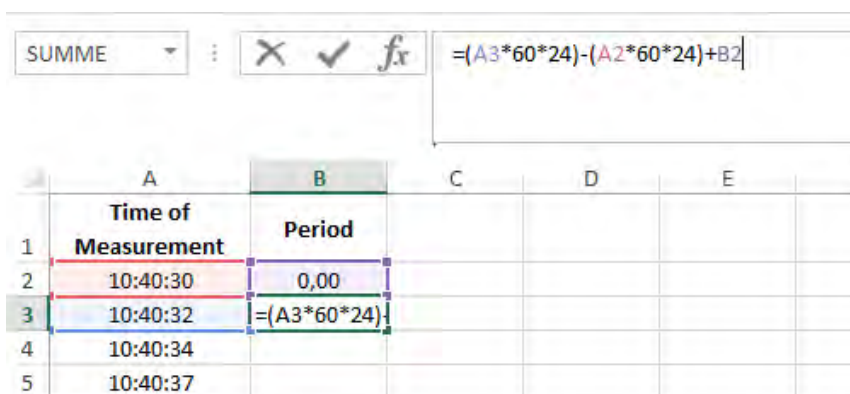
Analizando os dados

Ao analisar os dados recolhidos no laptop, é importante saber como organizá-los. É melhor abrir seus dados usando o MS-Excel ©. Ao abrir este programa, você vai notar que as colunas não estão nomeadas.

Da esquerda para a direita, a nomenclatura das colunas é a seguinte:

- o Time of measurement / tempo de medição
- o Inside humidity (% rF) / humidade interna (% rF)
- o Inside temperature (°C) / temperatura interna (°C)
- o Inside pressure (mbar) / pressão interna (mbar)
- o Soil moisture (RH%) / umidade do solo (RH%)
- o Soil temperature (°C) / temperatura do solo (°C)
- o CO₂ (ppm_v)
- o Outside humidity (%rF) / humidade externa (%rF)
- o Outside temperature (°C) / temperatura externa (°C)
- o Outside pressure (mbar) / pressão exterior (mbar)
- o Radiation / radiação (PAR)

Para analisar os dados, uma coluna adicional tem de ser criada. Ela deve ser nomeada como "período" para mostrar a duração do tempo das medições; Em seguida, o primeiro valor deve ser zero. Para preencher o resto da coluna, use o "Time of Measurement" e a seguinte equação (lembre-se de certificar-se de que "Time of Measurement" está no formato Tempo e "Period" está no formato Padrão / Standard). = [Time of Measurement (N)*24 hrs*60 mins] – [Time of Measurement (N+1)*24 hrs*60 mins] + Period (N+1)



	A	B	C	D	E	F
1	Time of Measurement	Period				
2	10:40:30	0,00				
3	10:40:32	=(A3*60*24)				
4	10:40:34					
5	10:40:37					

Também é importante lembrar-se de excluir o primeiro minuto de seus dados a fim de obter resultados mais precisos e representativos.

Cálculo dos Fluxos

Usamos o método de cálculo de fluxo simplificado CO₂ (Leppin 2015) porque há geralmente uma subestimação dos níveis de CO₂ em 10 a 30 por cento. Esse fluxo pode ser causado a partir de gradientes de difusão alterados, pressão alterada no interior da câmara, instalação e variabilidade temporal (Thienelt 2007). O nível de fluxo de CO₂ por unidade de tempo no interior da câmara é determinada por regressão linear.

$$F_{CO_2} = \frac{\Delta V_{CO_2} * V_{ch} * P_{ch} * 100}{60 * R * (T_{ch} + 273,15) * A_{ch}}$$

F_{CO_2} = Fluxo de CO₂ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

V_{ch} = Volume da câmara (m^3)

ΔCO_2 = Mudança de proporção de mistura de CO₂ (ppm_v/min)

P_{ch} = Pressão do ar dentro da câmara (mbar)

R = Constante universal dos gases ($\text{KJ mol}^{-1} \text{K}^{-1}$)

T_{ch} = Temperatura dentro da câmara ($^{\circ}\text{C}$)

A_{ch} = Superfície de base do sistema da câmara (m^2)

Referências

- Glatzel S, Well R (2008) Evaluation of septum-capped vials for storage of gas samples during air transport. *Environ Monit Assess* 136: 307-311
- Hanson PJ, Edwards NT, Garten CT, Andrews JA (2000) Separating root and soil microbial contributions to soil respiration: a review of methods and observations. *Biogeochem* 48: 115-146
- Leppin J (2015) Net ecosystem exchange (CO₂) in winter. Technical University Bergakademie Freiberg, 28 p.
- Oertel C, Matschullat J, Zimmermann F, Zurba K (2016) Greenhouse gas emissions from soils – a review. *Chem Erde – Geochem*;
- Thienelt T (2007) Greenhouse gas fluxes from urban lawns to the atmosphere in Denver, Colorado. Institute of Geography, Department of Geosciences Martin Luther University Halle-Wittenberg, 24-32

Aviso

Esse manual foi concluído e sua qualidade testada por Erik Börner, Thomas Drauschke, Kamal Zurba, Jörg Matschullat, Laura Medeiros Braga, Cornelius Oertel, Erin Ritchie, Spela Predavić Hlede and Sophie von Fromm em Janeiro e Fevereiro de 2016

Contato (o último recurso...)

Para questões técnicas, favor entrar em contato com Dipl. Ing. **Erik Börner**, tel. +493731-392061 ou Email Erik.Boerner@ifgt.tu-freiberg.de.

Para questões científicas você pode se referir ao Prof. Dr. **Jörg Matschullat**, tel. +493731-392297, fax. +493731-394060 ou Email matschul@tu-freiberg.de.

Technical University Bergakademie Freiberg
Interdisciplinary Environmental Research Centre (IÖZ)
Brennhausgasse 14, D-09599 Freiberg, Saxony, Germany