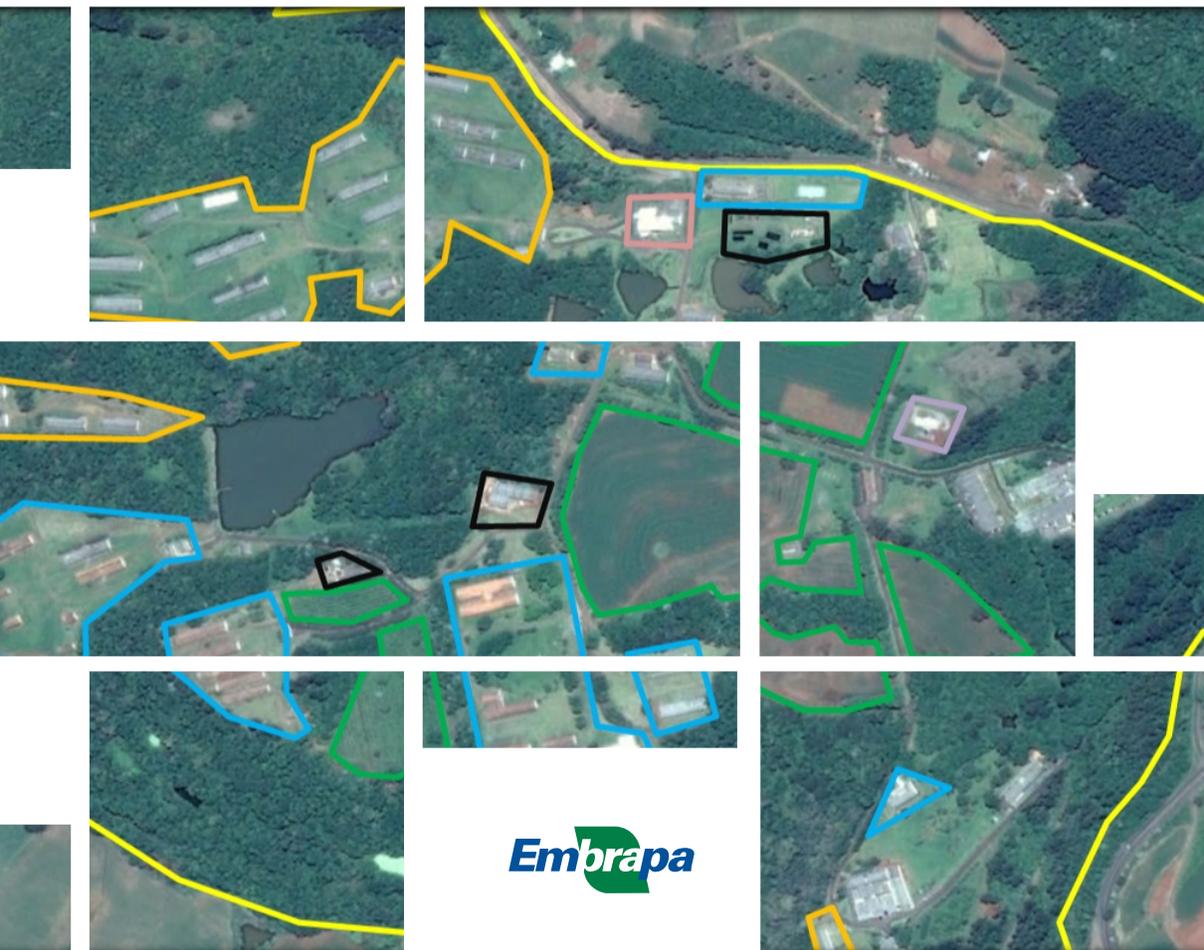


Software de gestão ambiental da suinocultura

Manual do usuário



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Suínos e Aves
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

DOCUMENTOS 212

Software de gestão ambiental da suinocultura Manual do usuário

*Rodrigo da Silveira Nicoloso
Geordano Dalmédico
Evandro Carlos Barros*

***Embrapa Suínos e Aves
Concórdia, SC
2020***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Suínos e Aves
Rodovia BR 153 - KM 110
Caixa Postal 321
89.715-899, Concórdia, SC
Fone: (49) 3441 0400
Fax: (49) 3441 0497
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Suínos e Aves

Presidente
Marcelo Miele

Secretária-Executiva
Tânia Maria Biavatti Celant

Membros
Airton Kunz
Clarissa Silveira Luiz Vaz
Gerson Neudi Scheuermann
Jane de Oliveira Peixoto
Monalisa Leal Pereira

Supervisão editorial
Tânia Maria Biavatti Celant

Revisão técnica
Martha Mayumi Higarashi
Paulo Armando Victoria de Oliveira

Revisão de texto
Lucas Scherer Cardoso

Normalização bibliográfica
Claudia Antunes Arrieche

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Vivian Fracasso

Fotos da capa
Software de Gestão Ambiental da Suinocultura

1ª edição
Versão eletrônica (2020)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Suínos e Aves

Nicoloso, Rodrigo da Silveira

Software de gestão ambiental da suinocultura: manual do usuário / Rodrigo da
Silveira Nicoloso; Geordano Dalmédico e Evandro Carlos Barros. - Concórdia :
Embrapa Suínos e Aves, 2020.

78 p.; 21 cm. (Documentos / Embrapa Suínos e Aves, ISSN 01016245; 212).

1. Suinocultura. 2. Produção animal. 3. Resíduo orgânico. 4. Controle ambien-
tal. 5. Preservação. 6. Sustentabilidade. 7. Software. 8. Legislação. I. Título. II.
Série. III. Nicoloso, Rodrigo da Silveira. IV. Dalmédico, Geordano. V. Barros,
Evandro Carlos.

CDD. 574.5248

Autores

Rodrigo da Silveira Nicoloso

Engenheiro agrônomo, doutor em Engenharia Agrícola, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Geordano Dalmédico

Bacharel em Sistemas de Informação, especialista em Ciência da Computação - Ciência da Informação, analista da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Evandro Carlos Barros

Engenheiro agrônomo, mestre em Fisiologia Vegetal, analista da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Agradecimentos

O Software de Gestão Ambiental da Suinocultura (SGAS) foi desenvolvido com recursos da Embrapa pelo projeto “Desenvolvimento de software de gestão ambiental da suinocultura”, registrado sob número 03.14.10.002.00.00. Os autores agradecem à Associação da Indústria de Carnes e Derivados do Estado de Santa Catarina - Aincadesc (Siged 21202.000024/2016-38) e ao Sindicato da Indústria de Produtos Suínos no Estado do Rio Grande do Sul - Sips e Associação Sul Brasileira das Indústrias de Produtos Suínos - Asbips (Siged 21202.000526/2016-69) pelo apoio às ações de transferência de tecnologia referente ao SGAS nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Os autores também agradecem ao Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina - IMA/SC (Siged 21202.000334/2016-52) pela cooperação técnica e validação do SGAS como ferramenta de apoio aos processos de licenciamento ambiental da suinocultura no estado de Santa Catarina.

Apresentação

O Software de Gestão Ambiental da Suinocultura (SGAS) foi idealizado a partir do trabalho liderado pela Embrapa Suínos e Aves junto a antiga Fundação do Meio Ambiente (FATMA), hoje Instituto do Meio Ambiente (IMA), que subsidiou tecnicamente a modernização da normativa que regulamenta o licenciamento ambiental da suinocultura no Estado de Santa Catarina. O fruto desta parceria foi a IN11/2014 do IMA/SC, hoje também adotada pelo CONSEMA/SC através da resolução 143/2019.

A IN11/2014 introduziu no Brasil um modelo de gestão ambiental para a suinocultura baseado no conceito de balanço de nutrientes. Neste modelo, o rebanho de suínos alojável em uma granja e a correspondente oferta de nutrientes associados aos dejetos gerados por esta atividade devem ser compatíveis com a demanda de nutrientes nas áreas agrícolas onde o dejetos vai ser reciclado como fertilizante. Com base neste conceito, o modelo de gestão ambiental estabelece critérios e limites para a reciclagem dos dejetos de suínos na agricultura, associando preservação ambiental, eficiência e economia na gestão dos resíduos gerados pela suinocultura. A IN11/2014 instituiu, ainda, um inédito programa de monitoramento da qualidade do solo em áreas adubadas com dejetos de suínos que permite distinguir áreas agrícolas onde o uso dos dejetos é seguro daquelas onde há maior risco de poluição ambiental, fornecendo indicadores para rastreabilidade e tomada de decisão quanto a adoção de medidas mitigatórias dos impactos ambientais causados pela suinocultura.

Além disto, o modelo de gestão ambiental estabelece padrões de consumo de água, produção de dejetos e oferta de nutrientes para diversos sistemas de produção de suínos como as granjas de ciclo completo, creches, terminação e unidades de produção de leitões. O modelo também incorpora padrões mínimos para o armazenamento ou tratamentos de dejetos, introduzindo novas tecnologias para manejo dos dejetos de suínos nas granjas. Com todas estas inovações, as normativas que regulamentam a suinocultura em SC estão entre as mais avançadas do Brasil quanto a gestão ambiental de uma cadeia de produção animal, sendo comparáveis às legislações aplicadas nos principais países produtores de suínos.

Entretanto, estes avanços trouxeram um grande aumento de complexidade aos processos de licenciamento ambiental das granjas de suínos, exigindo dos profissionais que atuam nesta área domínio de diferentes campos do conhecimento. Neste sentido, a Embrapa Suínos e Aves desenvolveu o SGAS que oferece diversas funcionalidades que automatizam e padronizam os projetos de gestão ambiental de granjas de suínos, trazendo segurança e rapidez na elaboração dos projetos e análise dos processos de licenciamento ambiental e contribuindo também com a gestão e monitoramento ambiental da suinocultura nos Estados onde o sistema for adotado.

O SGAS é indicado para produtores rurais, profissionais que atuam na assistência técnica, extensão rural e em projetos de licenciamento ambiental, gestores de agroindústrias e cooperativas, analistas de órgãos ambientais e demais profissionais e gestores públicos que atuam junto às cadeias de produção de suínos, especialmente nas áreas de gestão e tecnologias para tratamento de resíduos, meio ambiente, agronomia, engenharia agrícola, engenharia sanitária e ambiental.

O SGAS é mais um produto da Embrapa Suínos e Aves que visa contribuir com a sustentabilidade e crescimento da moderna suinocultura brasileira.

Rodrigo da Silveira Nicoloso
Pesquisador da Embrapa Suínos e Aves

Sumário

Introdução.....	11
Requisitos do sistema, acesso e cadastro do usuário	13
Cadastro de produtores e propriedades rurais.....	16
Áreas agrícolas.....	20
Cadastro de talhões e pontos de coleta de amostras de solo	20
Cadastro de análises de solo e interpretação dos resultados.....	23
Recomendações de calagem e adubação	29
Planejamento agrícola.....	36
Cronograma de aplicação de dejetos.....	43
Núcleos de produção.....	45
Dimensionamento de rebanhos.....	52
Dimensionamento do sistema de manejo dos dejetos.....	57
Estruturas de armazenamento de dejetos	58
Biodigestores de lagoa coberta e estruturas de armazenamento do digestato.....	62
Unidades de compostagem de dejetos	65

Relatório do projeto ambiental.....	73
Serviço de atendimento ao usuário e licenciamento do SGAS	75
Referências	75
Anexo I	77

Introdução

A produção de suínos em confinamento gera uma grande quantidade de resíduos orgânicos que devem ser geridos adequadamente de modo a mitigar seus potenciais impactos no ambiente, notadamente, o dejetos líquido de suínos (DLS). O DLS é composto por fezes, urina, pelos dos animais, sobras de ração e água (desperdiçada dos bebedouros, utilizada no controle da ambiência e na higienização das instalações), além de detritos (areia, cimento) oriundos do desgaste da granja. Também contribuem para aumento de volume gerado de DLS as eventuais entradas de água no sistema de escoamento e nas estruturas de armazenamento, principalmente quando estes não são cobertos (Souza et al., 2016).

As fezes e urina dos suínos aportam quantidades significativas de carbono, macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, cálcio e magnésio) e micronutrientes (cobre, zinco, entre outros) ao DLS, o que torna interessante a sua reciclagem como fertilizante orgânico na agricultura. Historicamente, esta tem sido a prática preferencial para manejo e destinação do DLS no Brasil e no mundo. Quando utilizado seguindo critérios agrônômicos, o DLS promove a melhoria da fertilidade do solo e, conseqüentemente, o aumento da produtividade das culturas agrícolas (Manual...,2016; Manual..., 2004). Além de ser fonte de nutrientes às plantas, o DLS e demais fertilizantes orgânicos podem contribuir com o conteúdo de matéria orgânica do solo (MOS), favorecendo assim a atividade biológica e a agregação do solo, melhorando a sua estrutura, aeração, drenagem e capacidade de armazenamento de água. No entanto, estes benefícios dependem da quantidade e continuidade do uso da adubação orgânica e são verificados no longo prazo, principalmente quando associada a práticas conservacionistas de manejo do solo.

No entanto, a concentração de nutrientes no DLS é geralmente baixa, o que demanda a sua aplicação em doses muito maiores do que seria necessário aplicar no caso de fertilizantes minerais para suprir a mesma quantidade de nutrientes às plantas. Isto implica em maior custo de transporte e aplicação do DLS em comparação aos fertilizantes minerais. Em consequência, é comum a aplicação ou mesmo o descarte de DLS em doses excessivas nas áreas agrícolas mais próximas da granja, o que aumenta significativamente o risco de poluição ambiental, tanto pelo acúmulo e transferência de carbono e nu-

trientes do solo para os recursos hídricos (causando eutrofização), como pelas emissões gasosas de amônia, óxido nitroso, metano e maus odores para a atmosfera (Aita et al., 2014; Gatiboni et al., 2015; Grave et al., 2018, 2015).

A compatibilização entre a produção de DLS e a oferta de nutrientes contidos nestes com a demanda de nutrientes nas áreas agrícolas disponíveis para a sua reciclagem como fertilizante é, portanto, a principal estratégia de gestão ambiental das propriedades suinícolas quando o solo é utilizado como destino deste resíduo, independentemente da tecnologia de manejo e tratamento empregada. A produção e a composição do DLS variam conforme o sistema de produção utilizado, nutrição e manejo de água, categoria animal alojada e sistema de manejo ou tratamento empregados na granja, impactando significativamente a oferta de nutrientes no DLS. A demanda de nutrientes nas áreas agrícolas, por sua vez, depende do tipo de solo, sistema de culturas e nível tecnológico adotados para uma determinada expectativa de produtividade. Todas estas variáveis impactam significativamente a capacidade da granja em alojar animais ou a demanda de área agrícola para reciclagem do DLS como fertilizante.

Além disto, diversas rotas tecnológicas estão disponíveis atualmente para o tratamento do DLS, principalmente a biodigestão e a compostagem, em diferentes modelos, configurações e níveis de eficiência. Também, diversas tecnologias de pré-tratamento ou pós-tratamento de DLS estão sendo utilizadas ou emergindo no Brasil, entre elas: a separação de fases por decantação, prensagem ou peneiramento, lagoas de estabilização, filtros biológicos e processos bioquímicos para remoção e exportação de nutrientes contidos no DLS. Além de impactarem a oferta de nutrientes no efluente, cada tecnologia demanda conhecimentos específicos sobre os processos envolvidos para o seu dimensionamento, de modo a garantir níveis satisfatórios de eficiência. Todos estes aspectos tornam cada vez mais complexa a gestão ambiental das propriedades suinícolas.

Considerando o exposto, a Embrapa Suínos e Aves desenvolveu o Software de Gestão Ambiental da Suinocultura (SGAS) para apoiar produtores e técnicos na elaboração e avaliação de projetos para gestão ambiental das granjas de suínos. O software também se presta aos órgãos ambientais na análise e acompanhamento dos processos de licenciamento ambiental das granjas de suínos à medida que os critérios técnicos embutidos no sistema são incorporados às legislações ambientais. Este manual do usuário tem por objetivo apresentar as funcionalidades do SGAS, também detalhando seu modo de operação.

Requisitos do sistema, acesso e cadastro do usuário

O Software de Gestão Ambiental da Suinocultura (SGAS), registrado no INPI sob número BR 51 2018 000904-2 em 19 de junho de 2018, tem como titular a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. O SGAS é uma ferramenta web em linguagem php e está disponível gratuitamente em <<http://www.cnpsa.embrapa.br/sgas/>>. O SGAS pode ser acessado através de navegador de internet, preferencialmente Mozilla Firefox versão 74.0 e Google Chrome versão 80.0 ou posteriores.

Na página inicial do SGAS (Figura 1), o usuário encontra a expressão “Sobre o SGAS” no canto superior direito da tela. Clicando em “Sobre o SGAS”, o usuário terá acesso aos dados da versão e registro do software, responsabilidade técnica pelas funcionalidades e codificação do sistema, projetos da Embrapa que contribuíram com o desenvolvimento do software, instituições parceiras para cooperação técnica e transferência de tecnologia, contato para suporte, lista de referências para legislações ambientais, artigos científicos e demais publicações técnicas, além de vídeos e EADs relativos ao SGAS.



Figura 1. Tela inicial de acesso ao SGAS através de nome de usuário e senha.

Fonte: Software de Gestão Ambiental da Suinocultura (SGAS).

Na tela inicial, faça o cadastro do usuário clicando em “Clique aqui para se cadastrar”, se for o seu primeiro acesso. Por definição, o usuário do software é aquele que utiliza das funcionalidades do sistema para planejamento e gestão ambiental de granjas de suínos vinculadas a um empreendimento agropecuário ou propriedade rural. O usuário pode cadastrar uma ou mais propriedades rurais, pertencentes a um ou mais produtores rurais ou empresas agropecuárias. Os dados necessários para cadastro do usuário são: CPF (apenas números), nome completo, RG (apenas números), e-mail, estado, município, endereço, telefone, formação profissional e número de registro no conselho de classe (CREA, etc.).

O SGAS faz a validação do CPF do usuário apenas para alertar quanto a possíveis erros de digitação. No entanto, um número de CPF validado pelo SGAS não significa que ele realmente exista no Cadastro de Pessoas Físicas. O usuário é o único responsável pela veracidade de toda a informação registrada no SGAS.

IMPORTANTE: o e-mail é utilizado pelo SGAS como identificador do usuário. Portanto, não é possível salvar o cadastro de usuário sem informar um e-mail válido e único. Após preencher os dados de cadastro, escolha uma senha segura, confirme a senha, responda à pergunta de verificação antibots (soma

de dois números inteiros) e clique em “Cadastrar”. As informações do usuário serão registradas pelo sistema.

Para os usuários já registrados no sistema, o acesso ao SGAS se dá preenchendo o e-mail e senha anteriormente cadastrados e clicando no botão “Entrar” na tela inicial. Caso necessite recuperar a sua senha de acesso para um e-mail já cadastrado, clique em “Esqueci minha senha”. Na tela “Gerar nova senha”, digite o e-mail que foi informado no cadastro do usuário no SGAS e clique no botão “Gerar senha”. Se o e-mail já estiver registrado no sistema, o usuário receberá exclusivamente através dele uma nova senha de acesso. Caso o usuário perca o acesso ao e-mail cadastrado no sistema, não será possível recuperar a senha de acesso ao SGAS. Neste caso, contate os administradores do sistema através do e-mail ou telefone disponíveis em “Sobre o SGAS”.

Após o login no SGAS, o usuário poderá verificar que um perfil de “Produtor” foi automaticamente criado pelo sistema, identificado pelo ícone 🌾. Este perfil de produtor, igual ao nome do usuário, pode ser visualizado no painel de controle do SGAS, destacado no quadro em vermelho da Figura 2.

IMPORTANTE: não exclua este perfil, mesmo que o usuário não seja um produtor rural. A exclusão deste perfil de produtor causará a exclusão automática do cadastro do usuário do sistema. Neste caso, um novo cadastro deverá ser realizado. No canto superior direito da tela, pode-se localizar o nome do usuário sublinhado em vermelho para destaque (Figura 2). Clique sobre o nome do usuário e, posteriormente, em “Meu cadastro” na janela que será aberta, para corrigir ou atualizar os seus dados cadastrais, ou em “Alterar senha de acesso” para redefinir a senha do usuário. Clique no botão “Salvar” para registrar as alterações realizadas no seu cadastro ou no botão “Alterar senha” para cadastrar a nova senha de acesso do usuário. Para sair do SGAS, clique em “Sair”, logo abaixo do nome do usuário.



Figura 2. Tela do SGAS com painel de controle e perfil do usuário em destaque.

Fonte: Software de Gestão Ambiental da Suinocultura (SGAS).

Cadastro de produtores e propriedades rurais

Os produtores são os proprietários, sejam pessoa física ou jurídica, dos empreendimentos agropecuários ou propriedades rurais onde é ou será praticada a suinocultura, denominados doravante simplesmente “Produtor”. Para cadastrar um novo produtor, clique no ícone **+**, localizado no painel de controle (Figura 2). Preencha os campos com os dados de CPF ou CNPJ (apenas números), nome completo, RG (apenas números), e-mail, estado, município, endereço e telefone do produtor que se deseja cadastrar.

IMPORTANTE: o e-mail é utilizado pelo SGAS como identificador do produtor no banco de dados do sistema. Portanto, não é possível salvar o cadastro de um produtor sem informar um e-mail único. Caso o produtor não possua nenhum e-mail, informe um endereço fictício como, por exemplo, usuarioX.produtorX@email.com.

ATENÇÃO: é possível que um outro usuário já tenha cadastrado um produtor utilizando um endereço de e-mail válido do produtor. Neste caso, crie um e-mail fictício para o produtor, conforme orientado anteriormente. O SGAS não enviará e-mails para os produtores cadastrados.

Preenchidos os dados do formulário, clique no botão “Salvar” para registrar o cadastro do produtor no banco de dados do sistema. O perfil do novo produtor cadastrado será exibido no painel de controle, também identificado pelo ícone  e o nome do produtor. Repita a operação descrita anteriormente para cadastrar mais produtores. Para selecionar e alternar entre os perfis de produtores cadastrados no SGAS sob um mesmo usuário, clique no ícone  do painel de controle e selecione o nome do produtor que deseja no menu da janela que será aberta. O painel de controle exibirá então o perfil do produtor selecionado.

Clique no nome/ícone do produtor localizado no painel de controle e uma janela será aberta com as seguintes opções: “Incluir propriedade/empreendimento”, “Ver/editar produtor” e “Excluir produtor”. Selecionando a primeira opção identificada pelo botão , o usuário poderá cadastrar uma nova propriedade rural ou empreendimento agropecuário, denominadas doravante simplesmente “Propriedade rural”, que estará vinculada ao perfil do produtor já selecionado. Por definição, a propriedade rural é o imóvel onde estarão localizados os núcleos de produção de suínos (ou granjas), seus respectivos sistemas de manejo e tratamento de dejetos, além das áreas agrícolas onde o DLS ou qualquer outro tipo de efluente líquido (digestato, água residuária) ou resíduo sólido (composto orgânico, cama sobreposta) oriundo da suinocultura será reciclado como fertilizante.

IMPORTANTE: poderão ser cadastradas áreas agrícolas não localizadas nos limites principais da propriedade rural. Por exemplo, aqueles talhões pertencentes ao mesmo produtor, mas que não são contíguos à área da propriedade onde a granja de suínos está localizada. Ainda, enquadram-se as áreas de terceiros utilizadas para reciclagem do DLS via contratos de cedência. Apesar de estas áreas de cedência pertencem a terceiros, estas estarão vinculadas a uma propriedade rural cadastrada no sistema onde é praticada a suinocultura e para a qual se deseja realizar a gestão ambiental utilizando-se das funcionalidades do SGAS.

Para cadastrar uma propriedade rural, o usuário deve informar o CNPJ do empreendimento ou o CPF do proprietário, o nome da propriedade ou empreendimento, o número do processo de licenciamento (se aplicável), além do endereço, estado, município e telefone de contato. O “Número do processo” é o código identificador do processo de licenciamento ambiental da sui-

nocultura junto ao Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina. Este dado é utilizado apenas para cadastro. Se a propriedade está localizada em outro estado ou é licenciada por outro órgão de meio ambiente estadual ou municipal, pode-se informar o número do processo de licenciamento atribuído por estes órgãos à propriedade. Caso este número não exista, deixe o campo em branco.

Durante o cadastro, o usuário também deve escolher a estação meteorológica mais próxima de onde a propriedade rural está localizada. Esta informação é relevante para o dimensionamento do volume de segurança requerido para as estruturas de armazenamento de dejetos ou digestato em função do balanço pluviométrico da região onde a granja de suínos estará instalada. Atualmente estão disponíveis no SGAS os dados de balanço hídrico de 55 estações meteorológicas instaladas nos estados do Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Anexo I). Esta lista de estações meteorológicas será atualizada continuamente no sistema. Caso não encontre no SGAS uma estação meteorológica razoavelmente próxima (até 200 km a 300 km) da propriedade rural a ser cadastrada, estão disponíveis estações meteorológicas “genéricas” com balanço de precipitação nos quatro meses mais críticos do ano variando de 0 mm até 900 mm. Escolha aquela com valores razoavelmente próximos da realidade da região onde a propriedade está localizada.

Após o preenchimento do formulário, clique em “Salvar”. A propriedade rural será vinculada ao produtor selecionado anteriormente no painel de controle do SGAS. Repita a operação para cadastrar outras propriedades rurais vinculadas ao mesmo produtor. No painel de controle, as propriedades rurais são identificadas pelo ícone , nome da propriedade e município/estado onde a propriedade está localizada, conforme informado no cadastro.

Clicando no nome/ícone do produtor e posteriormente na opção “Ver/Editar produtor”, identificada pelo botão , o usuário poderá visualizar ou alterar os dados já cadastrados do produtor rural. Caso faça alguma alteração, clique no botão “Salvar” para registrar os novos dados. Clicando na opção “Excluir produtor”, identificada pelo botão , o usuário pode excluir o cadastro do produtor rural. Neste caso, deve-se confirmar a exclusão na janela de confirmação que será aberta. Os dados excluídos não poderão ser recuperados.

Note que o perfil do produtor somente poderá ser excluído após a exclusão das propriedades a ele vinculadas.

Clique no nome/ícone da propriedade rural e uma janela será aberta com as seguintes opções: “Ver/Editar propriedade/empreendimento” e “Excluir propriedade/empreendimento”. Selecionando a primeira opção, identificada pelo botão , o usuário poderá visualizar ou alterar os dados já cadastrados da propriedade rural. Caso faça alguma alteração, clique no botão “Salvar” para registrar os novos dados. Clicando na opção “Excluir propriedade/empreendimento”, identificada pelo botão , o usuário pode excluir o cadastro da propriedade rural. Neste caso, deve-se confirmar a exclusão na janela de confirmação que será aberta. Os dados excluídos não poderão ser recuperados. Note que uma propriedade rural somente poderá ser excluída após a exclusão de todos os dados de áreas agrícolas, núcleos de produção de suínos e cálculos de dimensionamento dos rebanhos a ela vinculadas.

Ao se cadastrar os produtores e suas respectivas propriedades rurais, cria-se no painel de controle uma árvore com diferentes níveis de informação (Figura 2). No primeiro nível está o produtor rural e no segundo nível as propriedades rurais a ele vinculadas. Pode-se expandir ou minimizar cada um dos níveis clicando nas setas localizadas à esquerda dos ícones que identificam cada nível ( para produtores e  para propriedades rurais). Ao se expandir a árvore a partir da propriedade rural (Figura 2), pode-se visualizar um terceiro nível de informação onde estão disponíveis as funcionalidades do SGAS relacionadas às áreas agrícolas, núcleos de produção de suínos, cálculos de dimensionamento dos rebanhos e criação de relatório em PDF.

DICA: sempre que o usuário quiser atualizar a árvore de informação no painel de controle, clique na sigla SGAS no canto superior esquerdo da tela. As janelas abertas serão fechadas (a informação não salva será perdida) e a árvore será atualizada com os últimos dados cadastrados.

Áreas agrícolas

Cadastro de talhões e pontos de coleta de amostras de solo

Clicando sobre o item áreas agrícolas (ícone ) , pode-se incluir os talhões vinculados a uma propriedade rural, onde o DLS e demais efluentes sólidos ou líquidos da suinocultura serão reciclados como fertilizantes. Por definição, o talhão é a fração de área agrícola, delimitada fisicamente ou não, que recebe práticas agrícolas homogêneas em toda a sua extensão, incluindo, mas não limitadas ao manejo de solo e culturas, épocas de plantio e colheita. O talhão pode ter qualquer dimensão, desde que toda a sua área seja utilizada para uma mesma finalidade com um mesmo sistema de culturas.

Na janela que se abrirá, clique em “Incluir talhão” ou no botão  . Preencha os dados de identificação (nome, número ou outro identificador) e área do talhão (hectares). Informe quantos pontos de amostragem de solo o usuário deseja atribuir para o talhão que está sendo cadastrado. O usuário tem ainda a opção de anexar o KML dos limites do talhão para registro do sistema. Para tanto, clique no botão “Escolher arquivo” e selecione o arquivo KML do talhão que está sendo cadastrado. Se o talhão pertence a terceiros e está sendo cadastrado via contrato de cedência, responda “Sim” à pergunta no menu correspondente. Clique no botão “Salvar” para registrar as informações no banco de dados. Para incluir outros talhões, repita a operação. Note que a malha mínima de amostragem permitida no SGAS é de 1 ponto a cada 5 ha (Santa Catarina, 2019; FATMA, 2014). Caso o número de pontos informado não atinja o mínimo requerido em função da área do talhão, uma mensagem de alerta será exibida, não sendo possível concluir o cadastro do talhão. Neste caso, aumente o número de pontos de amostragem. Satisfeita esta condição, o sistema distribuirá a área do talhão para ser representada equanimemente pelos pontos de amostragem que foram atribuídos ao talhão. Por exemplo, em um talhão com área 12 ha ao qual foram atribuídos 3 pontos de amostragem, cada ponto representará uma área de 4 ha.

Ao se cadastrar o primeiro talhão, o sistema criará o quarto e quinto níveis categóricos da árvore de informação do painel de controle sob o item áreas agrícolas (Figura 3). O quarto nível está relacionado ao cadastro básico do talhão (ícone 🌱). O quinto nível exibirá os pontos de coleta de amostra de solo no interior do talhão (ícone 📍) e, logo abaixo, a funcionalidade de planejamento agrícola de cada talhão (ícone 🚜). Note que os pontos de amostragem foram nomeados sequencialmente de 1 até o número de pontos atribuído ao talhão no momento do seu cadastro. Este atributo de identificação poderá ser alterado, a critério do usuário, conforme será descrito logo a seguir.



Figura 3. Tela do SGAS exibindo pontos de coleta e planejamento agrícola vinculados a um talhão.

Fonte: Software de Gestão Ambiental da Suinocultura (SGAS).

Clicando sobre o nome/ícone do talhão, será aberta uma nova janela com as seguintes opções: “Análises de solo, calagem e recomendação de adubação”, sob o botão 📄; “Incluir ponto de coleta de amostras”, sob o botão +; “Ver/Editar talhão”, sob o botão 🔍; e “Excluir talhão”, sob o botão ✖. Detalhes sobre a primeira opção serão apresentados no item sobre o Cadastro de análises de solo e interpretação dos resultados deste manual. Ao clicar na opção “Incluir ponto de coleta de amostras” (botão +), o usuário poderá cadastrar um novo ponto de coleta para o talhão. Para tanto, preencha o campo “Identificação do ponto” com um nome, número ou outro identificador para o ponto de amostragem. O campo “Área representada (ha)” está desabilitado,

pois esta informação será calculada automaticamente pelo sistema considerando o novo número de pontos atribuído para o talhão. Por exemplo, em um talhão com área de 12 ha, ao qual foram atribuídos originalmente 3 pontos de amostragem no momento do cadastro e ao qual o usuário adicionou mais um ponto de coleta totalizando 4 pontos de amostragem, cada ponto passará a representar equanimemente 3 ha do talhão. Informe a latitude e longitude do ponto de coleta utilizando graus decimais nos campos correspondentes. O sistema calculará automaticamente a localização dos pontos em graus, minutos e segundos. Clique em “Salvar” para registrar as informações no banco de dados.

Ao clicar sobre o nome/ícone do talhão e posteriormente em “Ver/Editar talhão” (botão ) , o usuário poderá visualizar ou alterar os dados do talhão (nome, área e propriedade do talhão), além de incluir, baixar, substituir ou excluir um arquivo KML anexado anteriormente ao cadastro do talhão. Para baixar o KML, clique em “Download” e salve-o no seu computador. Para substituir o arquivo KML, clique no botão “Excluir” e anexe um outro arquivo.

ATENÇÃO: ao se alterar a área do talhão, a área representada por cada ponto de amostragem é redistribuída equanimemente entre os pontos já atribuídos ao talhão. Por exemplo, se um talhão originalmente cadastrado com área de 12 ha teve sua área corrigida para 20 ha, cada um dos 4 pontos de amostragem que anteriormente representavam 3 ha, passará então a representar 5 ha da área do talhão.

Finalmente, para excluir o talhão, clique sobre o nome/ícone do talhão que se deseja excluir e posteriormente na opção “Excluir talhão” (botão ). Neste caso, o usuário deve confirmar a exclusão na janela de confirmação que será aberta. Os dados excluídos não poderão ser recuperados. Note que um talhão somente poderá ser excluído após a exclusão de todos os dados de análises de solo por ponto de amostragem e planejamento agrícolas vinculados ao talhão.

No quinto nível categórico relacionado aos pontos de coleta, o usuário poderá clicar sobre cada um dos pontos de coleta atribuídos a um talhão, quando será aberta uma janela com as opções “Ver/editar ponto de coleta de amostras”, sob o ícone , e “Excluir ponto de coleta de amostras”, sob o botão . Ao clicar sobre o ícone da primeira opção, será aberta tela para edição do nome do talhão e geolocalização do ponto de coleta. Também será informa-

da a área representada pelo ponto de coleta (este campo não é editável). Para geolocalizar o ponto de coleta, pode-se digitar os valores de latitude e longitude do ponto nos respectivos campos (formato graus decimais). O sistema calculará automaticamente a localização dos pontos em graus, minutos e segundos. Clique em “Salvar” para registrar as alterações realizadas no banco de dados do sistema. Repita o procedimento para os demais pontos e talhões. Ao clicar na opção “Excluir ponto de coleta de amostras”, o sistema solicitará confirmação em nova janela que será aberta. Os dados excluídos não poderão ser recuperados. Note que um ponto de coleta somente poderá ser excluído após a exclusão de todos os dados de análises de solo e planejamento agrícolas vinculados ao ponto de amostragem de solo.

ATENÇÃO: a exclusão de pontos de amostragem vai alterar a área representada pelos demais pontos remanescentes atribuídos ao talhão.

IMPORTANTE: o sistema não impede a exclusão de pontos de amostragem mesmo que a área a ser representada pelos pontos remanescentes seja superior à malha mínima de amostragem de 1 ponto a cada 5 ha. Fica a critério do usuário controlar esta particularidade caso deseje utilizar os dados do talhão para licenciamento ambiental da suinocultura no estado de Santa Catarina (Santa Catarina, 2019; FATMA, 2014).

Cadastro de análises de solo e interpretação dos resultados

Concluídos os cadastros dos talhões e pontos de coleta de amostras de solo, é possível agora cadastrar os resultados das análises de solo referentes a cada um dos pontos de coleta. Para tanto, clique sobre o nome/icone do talhão e na janela que será aberta sobre o botão  “Análises de solo, calagem e recomendação de adubação”. A tela “Análise de solo” será exibida onde o usuário deve, num primeiro momento, informar qual é o ano-base a que se referem as análises de solo.

IMPORTANTE: esta informação é extremamente relevante, pois todas as demais funcionalidades do SGAS deverão estar vinculadas a um mesmo ano-base. Além disto, a referência ao ano-base permitirá o acompanhamento dos

resultados das análises de solo ao longo dos anos. Digite o ano em que foram realizadas as coletas de solo e clique no botão “Confirmar”.

Na tela seguinte, o usuário deverá cadastrar os resultados das análises das amostras de solo coletadas nos respectivos pontos de amostragem do talhão. No primeiro menu, selecione a profundidade de coleta da amostra de solo (0 cm a 10 cm ou 0 cm a 20 cm). Se a amostra é proveniente de áreas alagadas (várzeas), marque a caixa de seleção. A seguir, selecione o método utilizado pelo laboratório para determinação do P (fósforo) disponível no solo (Mehlich-I ou Resina). No próximo menu, selecione o método de cálculo do LCA-P (limite crítico ambiental de fósforo no solo), a saber: LCA-P calibrado para solos dos estados do Rio Grande do Sul (RS) (Gatiboni et al., 2020), Santa Catarina (SC) (Gatiboni et al., 2015, 2014) ou nenhum dos métodos. Veja considerações sobre o LCA-P logo seguir neste mesmo tópico deste manual. As seleções feitas até este momento são válidas para todo o talhão e, conseqüentemente, para todos os pontos de amostragem. O usuário também pode ainda anexar, para arquivo e consulta, o laudo das análises de solo do talhão (limitado a um arquivo PDF por talhão, com tamanho máximo de 500 kB). Clique no botão “Escolher arquivo” para anexar o laudo.

Na tabela exibida logo abaixo, cada linha corresponde a um ponto de coleta e cada coluna a um parâmetro determinado na análise de solo. Informe para cada ponto de amostragem, os valores de argila (%), matéria orgânica do solo (MOS; %), pH (água 1:1), índice SMP (selecione no menu), Al (cmo_c/dm^3), P (mg/dm^3 ou ppm), K Mehlich-I (mg/dm^3 ou ppm), Cu (em HCl 1 mol/L, mg/dm^3 ou ppm), Mg (cmo_c/dm^3), Ca (cmo_c/dm^3), Zn (em HCl 1 mol/L, mg/dm^3 ou ppm), S (em CaHPO_4 500 mg/L, mg/dm^3 ou ppm), B (em água quente, mg/dm^3 ou ppm), Mn (mg/dm^3 ou ppm) e Fe (mg/dm^3 ou ppm).

O SGAS utiliza unidades padronizadas pela Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e de Tecido Vegetal dos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina - ROLAS (Manual..., 2004). Verifique se a unidade informada no laudo de análise de solo é a mesma requerida pelo SGAS e converta as unidades para o padrão utilizado pelo SGAS, caso necessário. Deixe em branco os parâmetros não analisados, mas note que os resultados de argila, P, Cu e Zn devem ser obrigatoriamente informados para licenciamento ambiental da suinocultura no estado de Santa Catarina (Santa Catarina, 2019;

De volta à tela “Análise de solo”, onde já devem estar cadastrados os resultados das análises de solo vinculadas a um ano-base de amostragem para o respectivo talhão, o usuário poderá clicar no botão “Interpretação dos resultados”, quando uma nova tela será exibida com a interpretação e classificação dos resultados das análises de solo para fins de fertilidade do solo e recomendação de adubação e calagem, conforme o Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Manual..., 2004) (Figura 5). O sistema classificará automaticamente as amostras quanto a sua classe textural e calculará a acidez potencial (H+Al), capacidade de troca de cátions (CTC) efetiva (no pH da amostra) e potencial (em pH 7), saturação de alumínio (Al^{3+}), saturação de bases (V%) e relação Ca/Mg. Consulte o Manual de Adubação e Calagem para uma descrição mais detalhada destes resultados e respectivas recomendações de adubação e calagem.

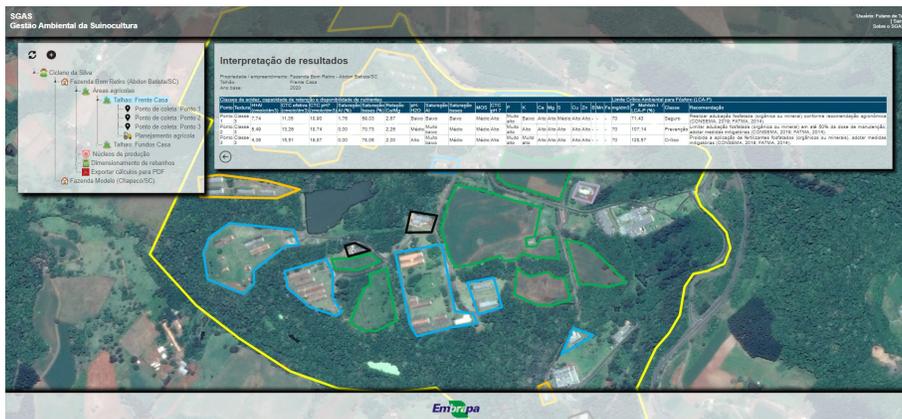


Figura 5. Tela do SGAS com a interpretação dos resultados das análises de solo em cada ponto de coleta de amostras.

Fonte: Software de Gestão Ambiental da Suinocultura (SGAS).

Na mesma tabela de interpretação de resultados, as amostras de solo também serão classificadas quanto ao risco de perdas de P do solo por escoamento superficial através do Limite Crítico Ambiental de Fósforo (LCA-P), atualmente calibrado para solos dos estados do Rio Grande do Sul (Gatiboni et al., 2020) e Santa Catarina (Gatiboni et al., 2015, 2014). Outros índices LCA-P estão sendo calibrados para os estados do Mato Grosso e Paraná e serão incorporados ao SGAS à medida que os resultados forem publicados.

O usuário pode escolher não utilizar nenhum dos métodos, assim o LCA-P não será calculado e as restrições decorrentes do LCA-P não serão aplicadas no momento do cálculo da demanda de nutrientes por talhão para fins de recomendação de adubação ou dimensionamento de rebanhos (veja os itens Recomendações de calagem e adubação e Planejamento agrícola, deste manual). O usuário também poderá realizar uma análise comparativa entre os métodos, alternando a seleção entre o LCA-P RS e LCA-P SC e verificando o impacto dos métodos na interpretação dos resultados das análises de solo e, posteriormente, no cálculo da demanda de nutrientes por talhão. Caso o usuário escolha um método LCA-P que não tenham sido validado para o estado onde a propriedade cadastrada está localizada, o SGAS retornará uma mensagem de alerta junto a interpretação dos resultados de LCA-P.

IMPORTANTE: usuários de Santa Catarina devem obrigatoriamente utilizar o LCA-P SC como referência para fins de licenciamento ambiental de granjas de suínos naquele estado (Santa Catarina, 2019; FATMA, 2014).

O LCA-P SC é calculado através da fórmula “LCA-P = 40 + argila (%)” e indica o teor máximo de fósforo disponível no solo, determinado pelo método de Mehlich-I e calibrado para a camada 0 cm a 10 cm do solo, em que o risco de perda deste nutriente por escoamento superficial é considerado baixo (Gatiboni et al., 2015, 2014). Por exemplo, solos com 30% de argila na camada 0 cm a 10 cm, podem ter no máximo 70 mg/dm³ de P disponível (Mehlich-I) na mesma camada para serem classificados como de baixo risco para perdas de P por escoamento superficial. Já o LCA-P RS é calculado com a fórmula “LCA-P = 20 + argila (%)”, também utilizando o método de Mehlich-I como extrator de P do solo (Gatiboni et al., 2020). Portanto, solos do Rio Grande do Sul com 30% de argila teriam um limite máximo de 50 mg/dm³ de P disponível para serem classificados como de baixo risco para perdas de P por escoamento superficial. Destaca-se que o LCA-P RS foi calibrado tanto para a camada de 0 cm a 10 cm como para a camada de 0 cm a 20 cm de profundidade, utilizando a mesma fórmula de cálculo para ambas. No entanto, deve-se considerar sempre a camada 0 cm a 10 cm como referência para amostragem, análise de solo e posterior interpretação dos resultados para áreas de plantio direto onde os dejetos e demais fertilizantes fosfatos são aplicados na superfície ou em camadas superficiais superficiais do solo (<10 cm). Em contrapartida, deve-se considerar a camada 0 cm a 20 cm como referência para

áreas de preparo convencional de solo ou quando os dejetos e fertilizantes fosfatados são incorporados ao solo em camadas mais profundas (>10 cm).

Sempre que os requisitos para cálculo do LCA-P, para quaisquer dos métodos, tenham sido atendidos no momento do cadastro dos resultados das análises de solo (método de extração por Mehlich-I, solos não alagados e camadas de amostragem conforme calibração dos métodos) o SGAS calculará o LCA-P para cada amostra de solo, classificando cada uma delas quando as classes “seguro”, “prevenção” e “crítico”. Para amostras com P disponível no solo \leq LCA-P ($\leq 100\%$), o sistema classificará a área representada pela amostra e ponto de coleta como “seguro”, indicando que a adubação fosfatada deve seguir as recomendações agronômicas. Para amostras com P disponível no solo entre 100% e 120% do LCA-P, a classe indicada será de “prevenção”. Neste caso, o sistema limitará a adubação fosfatada em 50% da dose de manutenção, além de sugerir a adoção de medidas mitigatórias. Quando o P disponível no solo for mais de 20% superior ao LCA-P (>120%), a área representada pela amostra e ponto de coleta será classificada como “crítico”, que indica um risco elevado de perdas de P do solo por escoamento superficial. Neste caso, a recomendação será de interromper as adubações com fertilizantes fosfatados e de se adotar medidas mitigatórias até que os teores de P disponível no solo sejam reduzidos para as classes anteriores. Também as recomendações de adubação fosfatada para as áreas classificadas como críticas pelo LCA-P serão zeradas.

Como medidas mitigatórias, entendem-se todas aquelas que permitam a redução dos teores de P na camada 0 cm a 10 cm ou 0 cm a 20 cm no solo (conforme o método e camada de referência), até valores inferiores ao LCA-P. Entre as medidas mitigatórias para esta finalidade citam-se: preparo com revolvimento em profundidade do solo, uso de culturas com maior capacidade de extração de P, entre outras. Outras medidas mitigatórias podem ser adotadas com a finalidade de reduzir o risco de perdas de P do solo por escoamento superficial, como por exemplo: uso de agricultura conservacionista, terraceamento, descompactação mecânica ou biológica do solo, plantas de cobertura, injeção de dejetos no solo, entre outras. Também é possível o uso de medidas mitigatórias com a finalidade de evitar que o P perdido e escoado das áreas agrícolas atinja os corpos hídricos, como, por exemplo, o uso de faixas vegetativas para absorção de nutrientes. A escolha e implementação

das medidas mitigatórias deve ser orientada por profissional capacitado. Por fim, destaca-se que toda a informação apresentada nesta tela é apenas informativa. Para retornar à tela de cadastro das análises de solo, clique no botão “Voltar” identificado pelo ícone ↶.

Recomendações de calagem e adubação

O SGAS também conta com as funcionalidades de recomendação de calagem para correção da acidez do solo e recomendações de adubação para a maioria das culturas de grãos, forrageiras e florestais, conforme o Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Manual..., 2004). A finalidade é oferecer ao usuário uma ferramenta de consulta rápida às recomendações de calagem e adubação para definição de doses a serem aplicadas de calcário, fertilizantes orgânicos e necessidade de suplementação com fertilizantes minerais na área representada por cada ponto de coleta nos talhões.

Para acessar as recomendações de calagem, clique no botão “Calagem” na tela “Análise do solo” (Figura 4). Será exibida a tela “Calagem”, onde constarão os pontos de coleta vinculados ao ano-base da amostragem, talhão e propriedade rural (Figura 6). Selecione o método de estimativa da necessidade de calcário, a saber: teor de matéria orgânica e alumínio trocável da amostra (MOS+Al), método SMP (SMP) ou saturação de bases (V%) (Manual..., 2004). Posteriormente, selecione o pH ou o equivalente em saturação de bases do solo que se deseja atingir com a aplicação de calcário. Clique no botão “Salvar e calcular”. Os dados serão registrados no banco de dados e a tabela será atualizada com as recomendações de calcário com Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT) de 100% em toneladas por hectare para cada ponto de coleta. As doses calculadas devem ser corrigidas pelo PRNT do calcário a ser aplicado no talhão. Repita a operação para estimar a necessidade de calcário por outro método ou para outros valores desejados de pH e saturação de bases. Para retornar à tela de cadastro das análises de solo, clique no botão “Voltar” identificado pelo ícone ↶.



Figura 6. Tela do SGAS com as recomendações de calagem por ponto de coleta do talhão.

Fonte: Software de Gestão Ambiental da Suinocultura (SGAS).

Clicando no botão “Recomendação de adubação”, disponível na tela “Análise do solo” (Figura 4), o usuário acessa a funcionalidade correspondente na tela “Recomendação de adubação” (Figura 7). Mais uma vez, esta tela está vinculada ao ano-base da amostragem, talhão e propriedade rural selecionados em etapas anteriores. Selecione a cultura a ser adubada no primeiro menu. As culturas estão agrupadas quanto a sua finalidade para produção de grãos, forrageiras ou florestais.

ATENÇÃO: caso a cultura selecionada seja o milho, para grãos ou silagem (forrageira), selecione o tipo de cultura anterior no menu seguinte: gramínea, leguminosa ou consórcio G+L se a área foi cultivada com uma mistura de gramíneas e leguminosas (plantas de cobertura de solo) anteriormente ao milho. Para as demais culturas, não é necessário selecionar a cultura anterior e a eventual seleção de uma opção não afetará os resultados. A seguir, informe se a cultura a ser adubada é o primeiro cultivo após a análise de solo ou o segundo cultivo ou posterior. Esta informação é aplicável somente para culturas de grãos e forrageiras.

IMPORTANTE: para espécies florestais, o usuário deve sempre selecionar “Primeiro cultivo” no menu correspondente.

A informação sobre a adubação de primeiro ou segundo cultivos é necessária para definição da estratégia de adubação e cálculo das doses de correção, manutenção e reposição dos nutrientes P e potássio (K) no solo (Manual..., 2004). A adubação de correção da fertilidade do solo tem por objetivo elevar os teores de P e K no solo naquelas áreas classificadas com níveis “muito baixo”, “baixo” ou “médio” até a classe “alta” de disponibilidade destes nutrientes. A adubação de manutenção é prevista para todas as classes de disponibilidade de P e K e visa repor as possíveis “perdas” destes nutrientes do solo, sejam elas devido a sua adsorção nos colóides do solo, imobilização na MOS, ou efetivas perdas por lixiviação ou escoamento superficial, por exemplo. Já a adubação de reposição visa repor a quantidade de nutrientes absorvida pelas culturas agrícolas e exportada dos talhões na forma de produto (grãos, forragem, etc.). A adubação de reposição também é prevista para todas as classes de disponibilidade de P e K e depende da produtividade das culturas. Para mais detalhes sobre as estratégias de adubação, consulte o Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Manual..., 2004).

O SGAS utiliza a estratégia de adubação de correção gradual da fertilidade do solo para as amostras classificadas com níveis “muito baixo” ou “baixo” de P e K. Neste caso, recomenda-se a aplicação de 2/3 da dose de correção no primeiro cultivo e 1/3 no segundo cultivo. Para amostras classificadas no nível “médio” de disponibilidade de P e K, a adubação de correção é feita integralmente no primeiro cultivo. Para as três classes citadas anteriormente, são acrescidas as doses de manutenção e reposição calibradas para cada cultura.

Aplicadas as doses de P e K para correção da fertilidade do solo, espera-se que os níveis de destes nutrientes disponíveis no solo sejam elevados, após um ou dois cultivos, até a classe de disponibilidade “alta”. Neste momento, serão previstas apenas as doses de P e K equivalentes às recomendações de manutenção e reposição destes nutrientes calibradas para cada cultura. O uso destas recomendações de adubação de manutenção e reposição visa suprir a demanda das culturas agrícolas e manter os teores de P e K estáveis no solo ao longo do tempo dentro da classe “alta” de disponibilidade.

Para as amostras enquadradas na classe “muito alta” de disponibilidade de P e K, a recomendação destes nutrientes para o primeiro cultivo prevê apenas a adubação de reposição que, dependendo da produtividade prevista para a cultura (se for baixa), pode ser igual a zero. Esta opção de suprimir a adubação de manutenção no primeiro cultivo para amostras classificadas com nível “muito alto”, tem a finalidade de reduzir gradualmente os teores de P e K disponíveis no solo até a classe de disponibilidade “alta”. A partir do segundo cultivo, as recomendações de adubação com P e K para a classe de disponibilidade “muito alta” voltam a prever a adubação de manutenção e reposição para cada cultura agrícola.

Prosseguindo, o usuário pode marcar a caixa de seleção do item “Uso para silagem ou fenação de forrageiras” para aquelas culturas forrageiras que não são utilizadas para pastejo, mas são colhidas para silagem ou fenação. Marcando esta opção, as doses de P e K são aumentadas em 50% para compensar a maior extração e exportação destes nutrientes pela colheita da maior parte da biomassa destas culturas. Nesta situação, não ocorre a ciclagem de nutrientes via deposição direta de dejetos dos animais em pastejo.

ATENÇÃO: esta opção não afeta as recomendações de adubação para as culturas de grãos ou florestais.

IMPORTANTE: o milho ou sorgo para silagem têm um perfil próprio de recomendação, procure por estas culturas no menu de seleção de culturas e não marque a opção de uso para silagem na caixa de seleção.

Na etapa seguinte, o usuário deve definir qual a expectativa de rendimento que se deseja obter com as culturas de grãos e forragem no campo correspondente para determinação da recomendação de adubação.

ATENÇÃO: esta etapa não se aplica às culturas florestais. Para referência e auxílio ao usuário na determinação do rendimento desejado, o SGAS oferece sugestões de rendimentos prováveis considerando o nível tecnológico empregado para cada cultura de grãos (toneladas de grãos por hectare) ou forragem (toneladas de matéria seca por hectare). As opções são nível tecnológico “alto”, “médio” ou “baixo”. Selecionando uma das opções, o sistema informa uma faixa de rendimento que é provável de se obter para cada cultura, considerando os diferentes níveis tecnológicos. Mais uma vez, esta fun-

cionalidade não se aplica às culturas florestais. Clique sobre o ícone  para obter mais informações sobre os critérios utilizados para classificar os níveis tecnológicos nas três classes anteriormente mencionadas.

ATENÇÃO: nesta funcionalidade de “Recomendação de adubação”, os rendimentos prováveis indicados para cada cultura são apenas sugestões para referência do usuário. O usuário pode escolher qualquer outro valor de rendimento desejado. Destaca-se que a escolha do rendimento desejado deve levar também em consideração o histórico de rendimento dos talhões e da região onde as áreas agrícolas estão localizadas.

IMPORTANTE: a projeção de um rendimento desejado acima do que é provável de se obter realisticamente pode levar à adubação excessiva das áreas agrícolas, podendo promover acúmulo de nutrientes no solo até os limites ambientalmente aceitáveis (LCA-P, por exemplo). Por outro lado, a projeção de rendimentos abaixo do potencial de produtividade das áreas agrícolas pode promover redução gradual da fertilidade do solo pela provável extração e exportação de nutrientes em maiores quantidades do que aquelas aportadas pela adubação, limitando assim a produtividade das áreas agrícolas no futuro. Considerando o exposto, o usuário deve então digitar o valor de rendimento desejado para a cultura no campo correspondente do formulário. A unidade é toneladas por hectare de grãos ou matéria seca, conforme o tipo de cultura a ser adubada. Também há a opção de usar as setas para ajuste do rendimento desejado (para usuários do navegador Google Chrome, passe o mouse sobre o campo correspondente para que as setas sejam exibidas).

Concluídas estas etapas, o sistema já é capaz de calcular as recomendações de adubação para nitrogênio (N), P na forma de pentóxido de fósforo (P_2O_5) e K na forma de óxido de potássio (K_2O). Para tanto, clique no botão “Salvar e calcular”. As informações serão salvas e será exibida uma tabela de recomendação de adubação com N, P_2O_5 e K_2O para cada ponto de coleta de amostras de solo para o talhão selecionado, conforme as recomendações agrônômicas do Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Manual..., 2004) (Figura 7). Logo à direita, o sistema também calcula as doses de N, P_2O_5 e K_2O , conforme restrição promovida pelo LCA-P caso os respectivos pontos de amostragem tenham sido classificados como “prevenção” ou “crítico” quanto ao risco de perdas

de P do solo por escoamento superficial (Gatiboni et al., 2020, 2015, 2014). Nestas situações, as recomendações de adubação fosfatada serão reduzidas em 50% e 100%, respectivamente. Note-se que esta limitação se aplica somente ao nutriente P, sendo as doses de N e K_2O , iguais às recomendações agronômicas.

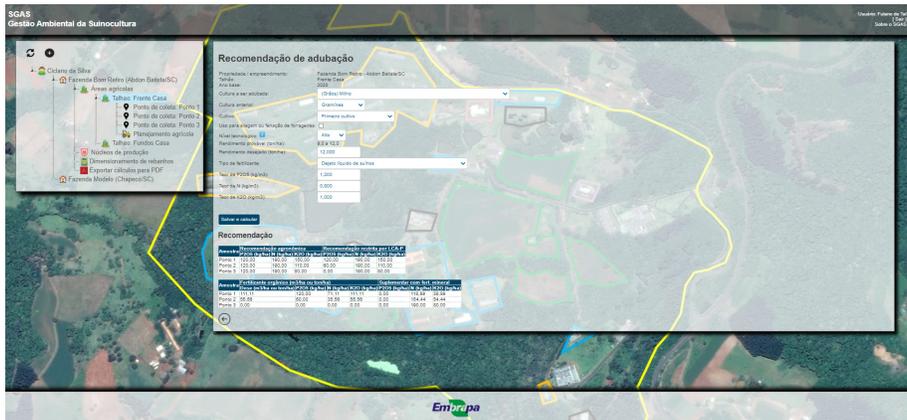


Figura 7. Tela do SGAS com as recomendações de adubação por ponto de coleta do talhão.

Fonte: Software de Gestão Ambiental da Suinocultura (SGAS).

No próximo menu, o usuário pode selecionar entre diversos tipos de fertilizantes orgânicos, a fim de calcular a dose de aplicação necessária para suprir as quantidades de N, P_2O_5 e K_2O , conforme recomendações agronômicas (Manual..., 2004). A seleção do tipo correto de fertilizante orgânico é importante, pois o sistema considera os índices de eficiência agrônômica de cada um deles (Manual..., 2004). Após selecionado o tipo de fertilizante, o usuário deve então informar as concentrações de N, P_2O_5 e K_2O nos campos correspondentes logo abaixo em kg/m^3 para efluentes líquidos ou kg/ton para resíduos sólidos. Consulte o Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina para verificar valores médios de concentração para cada fertilizante ou estimá-los segundo sua concentração de matéria seca. Clique no botão “Salvar e calcular” para registrar as alterações no banco de dados e calcular as doses de fertilizantes orgânicos.

Concluída esta etapa, o sistema calcula e informa em uma segunda tabela a recomendação de dose do fertilizante orgânico escolhido pelo usuário que deve ser aplicada em cada ponto do talhão em m^3/ha para efluentes líquidos ou ton/ha para resíduos sólidos (Figura 7). Nas três colunas à direita, o SGAS informa a quantidade de nutrientes aportado pelo fertilizante orgânico, em termos de N, P_2O_5 e K_2O . Havendo necessidade de suplementação de nutrientes via fertilizantes minerais, o sistema calcula automaticamente a dose de N, P_2O_5 e K_2O a ser suplementada. Note que se o usuário não selecionar nenhum fertilizante orgânico para calcular dose de aplicação, o sistema informará que toda a demanda da cultura deverá ser fornecida via fertilizantes minerais. Caso queira realizar uma nova recomendação de adubação, alterando qualquer um dos parâmetros já selecionados, repita as operações anteriores e clique no botão “Salvar e calcular” para registrar as alterações no banco de dados. Os resultados dos novos cálculos serão exibidos na tela atualizada. Para retornar a tela “Análise de solo”, clique no botão “Voltar” identificado pelo ícone ↶.

IMPORTANTE: as recomendações de adubação com fertilizantes orgânicos e minerais são baseadas em recomendações agronômicas para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Manual..., 2004), podendo haver restrições quanto as recomendações de P para ambos os tipos de fertilizantes, conforme o LCA-P (Gatiboni et al., 2020, 2015, 2014). Se o usuário deseja obter uma recomendação de adubação sem a restrição do LCA-P, volte à tela “Análise do solo” e não selecione nenhum dos métodos LCA-P disponíveis no menu correspondente.

ATENÇÃO: o Manual de Adubação e Calagem para os Estados do RS e SC (Manual..., 2004) não recomenda a adubação nitrogenada para leguminosas para produção de grãos (amendoim, ervilha seca e forrageira, ervilhaca, soja e tremoço) ou forragem em cultivo solteiro ou consorciado. As leguminosas podem fixar a quantidade de nitrogênio que necessitam através da simbiose com bactérias diazotróficas e, portanto, recomenda-se apenas a inoculação com *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* ou outros gêneros de bactérias diazotróficas específicas e selecionadas para cada cultura. A exceção é o feijão, cultura em que a fixação biológica de nitrogênio não supre totalmente, na maioria das vezes, a demanda de nitrogênio. Para estas culturas, o SGAS realizará a recomendação de adubação com fertilizantes orgânicos e minerais baseadas ex-

clusivamente nos nutrientes P ou K. Estudos demonstraram que a adubação orgânica de espécies leguminosas como a soja, com DLS e cama de aves, pode aumentar a produtividade destas culturas sem acrescer as perdas de N por lixiviação ou escoamento superficial (Ecco et al., 2019; Konzen, 2003; Rocha Junior et al., 2017; Smanhotto et al., 2013). No entanto, destaca-se que as recomendações de adubação com fertilizantes orgânicos para leguminosas devem ser validadas por profissional capacitado a fim de se evitar um aporte de N excessivo ao solo promovendo o potencial acamamento de plantas e aumentando os riscos de perdas de N para o ambiente. Neste caso, verifique na tabela com a recomendação de adubação orgânica se a dose de N a ser aportada pelo fertilizante orgânico não é excessiva.

Planejamento agrícola

A funcionalidade “Planejamento agrícola” incorporada ao SGAS tem por finalidade realizar a programação de uso dos talhões, considerando as culturas agrícolas que serão cultivadas nestas áreas, suas expectativas de rendimento e o calendário agrícola. O objetivo é determinar a demanda média de nutrientes de cada talhão para posterior dimensionamento dos rebanhos de suínos. A funcionalidade também considera outras fontes de fertilizantes minerais e orgânicos (cama de aves, dejetos de bovinos, etc.) empregados nos talhões, permitindo ao usuário, caso necessário, realizar uma gestão integrada da suinocultura com as demais cadeias de produção animal desenvolvidas na propriedade.

Para acessar esta funcionalidade, clique sobre o botão “Planejamento Agrícola” (ícone 🌾) na árvore de informação de cada talhão (Figura 8). Será aberta uma janela com o botão +, referente a inclusão de um “Novo planejamento agrícola”. Clique neste botão para iniciar o planejamento agrícola do talhão. Na tela “Planejamento agrícola para dimensionamento”, selecione o ano de início do planejamento no menu correspondente. O ano de início do planejamento estará vinculado a um ano-base em que já foram cadastradas as análises de solo necessárias para cada ponto de amostragem do talhão selecionado. Caso não tenham sido cadastradas amostras de solo para o talhão, o sistema exibirá mensagem informando que é necessário realizar o cadastro, vinculando-as a um ano-base. Somente será possível realizar um planejamento agrícola por ano-base. Caso já exista um planejamento agrícola-

Na etapa seguinte, o usuário deve definir qual a expectativa de rendimento que se deseja obter com as culturas de grãos e forragem no campo correspondente para determinação da recomendação de adubação. Esta etapa não se aplica às culturas florestais. Para referência e auxílio ao usuário na determinação do rendimento desejado, o SGAS oferece sugestões de rendimentos prováveis, considerando o nível tecnológico empregado para cada cultura de grãos (toneladas de grãos por hectare) ou forragem (toneladas de matéria seca por hectare). As opções são nível tecnológico “alto”, “médio” ou “baixo”. Selecionando uma das opções, o sistema informa uma faixa de rendimento que é provável de se obter para cada cultura, considerando os diferentes níveis tecnológicos. Esta funcionalidade também não se aplica às culturas florestais. Clique sobre o ícone  para obter mais informações sobre os critérios utilizados para classificar os níveis tecnológicos nas três classes anteriormente mencionadas.

ATENÇÃO: nesta funcionalidade de “Planejamento agrícola para dimensionamento” de rebanhos, a informação apresentada sobre os rendimentos prováveis para cada cultura é restrita. Ou seja, o usuário deve obrigatoriamente informar um valor de rendimento desejado correspondente a faixa de rendimento provável indicada pelo SGAS para o nível tecnológico informado. Esta restrição tem por finalidade o uso de projeções de rendimentos realísticos para cada cultura agrícola, considerando médias de produtividade para os diferentes níveis tecnológicos e evitando, assim, projeções de demanda de nutrientes acima da realidade e potenciais impactos ambientais decorrentes do acúmulo de nutrientes no solo. Considerando o exposto acima, o usuário deve então digitar o valor de rendimento desejado para a cultura no campo correspondente do formulário, considerando a unidade de toneladas por hectare (grãos ou matéria seca).

A seguir, o usuário deve informar se utiliza algum outro tipo de fertilizante orgânico, à exceção dos oriundos da suinocultura, ou mineral no talhão a que se refere o planejamento agrícola. No campo “Fertilizante orgânico”, selecione a opção correspondente ao fertilizante utilizado para que as informações de eficiência agrônômica e concentrações de nutrientes médias de cada fertilizante sejam recuperadas, segundo o Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Manual..., 2004).

A seguir, digite ou use as setas para informar a dose (ton/ha ou m³/ha) que será aplicada do fertilizante orgânico no campo correspondente.

Quanto ao uso de fertilizantes minerais, o usuário tem a opção de selecionar até três tipos de fertilizantes que estão disponíveis para seleção nos menus “Fertilizante mineral de base”, “Fertilizante mineral cobertura 1” e “Fertilizante mineral cobertura 2”. Faça as seleções das matérias-primas ou misturas de NPK mais apropriadas e informe a dose (kg/ha) a ser aplicada de cada uma nos campos correspondentes, digitando ou utilizando as setas. Note que a informação de adubação de base e coberturas é apenas indicativa. O usuário pode escolher a melhor combinação dos fertilizantes nos três menus disponíveis para informar a adubação efetivamente utilizada, independentemente da época de aplicação. Para registrar as informações no banco de dados, clique no botão “Adicionar cultura” no fim da janela. Para sair da janela sem salvar as informações, clique no botão  no topo da janela.

Adicionada a primeira cultura, a tela “Planejamento agrícola para dimensionamento” será atualizada, exibindo agora uma tabela com o sistema de culturas do talhão onde constarão as culturas já adicionadas. Note que, ao final da tabela, o sistema informa o período total em meses do planejamento agrícola. A medida que se adicionam novas culturas ao planejamento, este valor vai sendo atualizado. Note, também, que no painel de controle foi criado mais um nível na árvore de informação referente ao ano-base do planejamento agrícola (ícone ). Clicando sobre este ícone/ano-base de planejamento agrícola do talhão, uma nova janela será aberta com três opções: “Ver/Editar Planejamento” sob o botão , “Cronograma de aplicação de dejetos” sob o botão , e “Excluir” sob o botão . A funcionalidade “Cronograma de aplicação de dejetos” será detalhada no próximo tópico deste manual. Clique sobre os respectivos botões para realizar as demais operações. No caso de exclusão do planejamento, o usuário deverá confirmar a operação. As informações excluídas não poderão ser recuperadas.

De volta ao planejamento agrícola do talhão, para incluir uma nova cultura o usuário deverá clicar no botão  ao lado do nome do talhão. Para editar as informações de uma das culturas adicionadas, clique no botão  na linha da respectiva cultura na tabela com o sistema de culturas a ser empregado no talhão. Observe que o SGAS não permite que os ciclos de duas culturas se sobreponham, ou seja, duas culturas não podem ocupar o talhão durante um

mesmo período de tempo. Caso isto ocorra, o sistema não salvará a cultura que está sendo adicionada ou editada. No entanto, o sistema permite que uma cultura seja plantada no mesmo mês que a cultura anterior está sendo colhida. Neste caso, o sistema assume que uma cultura será colhida na primeira quinzena do mês, enquanto que a segunda será plantada na segunda quinzena do mesmo mês. Por exemplo, se o usuário informou que o talhão receberá plantio de uma cultura em 09/2020 e que esta será colhida ou manejada em 03/2021, o sistema só aceitará que uma segunda cultura seja plantada a partir de 03/2021. Caso o usuário informe que o ciclo da segunda cultura ocupará o período entre 09/2020 e 02/2021, o sistema identifica a sobreposição e não salva a informação referente a esta segunda cultura.

Considerando que uma cultura pode se repetir ao longo do tempo no mesmo talhão, o SGAS oferece a funcionalidade de duplicar uma cultura já existente para que o usuário não necessite repetir toda a operação. Neste caso, o usuário deve clicar no botão  na linha correspondente a cultura que deseja duplicar. A janela “Incluir cultura” será aberta com as informações da cultura que será duplicada já pré-cadastradas. O usuário deve obrigatoriamente alterar as datas (mês/ano) de plantio e colheita ou manejo da cultura que será duplicada, de modo a não sobrepor a outra cultura já existente. Se houver alguma alteração quanto à cultura antecessora, rendimento desejado ou uso de adubação orgânica ou mineral, o usuário poderá fazê-la neste momento. Para registrar as informações no banco de dados, clique no botão “Adicionar cultura” no fim da janela. A tabela com o sistema de culturas será atualizada como a nova cultura que foi duplicada e editada a partir de uma cultura cadastrada anteriormente. Para excluir uma cultura adicionada, clique no botão  na mesma linha da cultura que se deseja excluir.

O sistema de culturas criado, conforme exemplo na Figura 8, conta com uma sucessão de culturas de milho e forrageiras de inverno (gramíneas de estação fria anuais). O plantio do milho ocorre em setembro e a colheita em março do ano seguinte. As forrageiras de inverno são cultivadas entre março e setembro. Note que o nível tecnológico selecionado para o talhão é “alto” e que a produtividade desejada é de 12 toneladas de grãos por hectare para o milho e 4 toneladas por hectare de matéria seca para as forrageiras de inverno. No cadastro, foram incluídas aplicações de 100 kg/ha de ureia em cobertura para todas as safras de milho cadastradas. Também foi incluída

uma aplicação de cama de frango (2 ton/ha) em uma das safras de milho. Não foram previstas adubações com fertilizantes minerais ou orgânicos nas forrageiras de inverno. O planejamento do talhão compreende um período de 48 meses, desde setembro/2020 até setembro/2024.

Logo abaixo da tabela com o sistema de culturas, observa-se a tabela com os resultados de demanda de nutrientes do talhão (Figura 8). A tabela está vinculada pela cultura a ser adubada (primeira coluna) e, logo em seguida, pelo ponto de coleta (segunda coluna). Na terceira e quarta colunas estão informados respectivamente a área representada por cada ponto de amostragem e também o método LCA-P que foi selecionado no momento do cadastro das amostras de solo do talhão. Nas seis colunas seguintes, são apresentados os resultados de demanda de nutrientes em kg/ha e, em seguida, a demanda total de nutrientes para a área representada por cada ponto de coleta (kg), segundo as recomendações agronômicas de doses de manutenção para cada cultura (Manual..., 2004). Logo a seguir, são recuperadas as informações referentes a cada ponto de coleta quanto a sua respectiva classificação quanto ao indicador LCA-P (Gatiboni et al., 2020, 2015, 2014). Esta classificação pode limitar a dose de P conforme já discutido anteriormente no item sobre Recomendações de calagem e adubação, deste manual.

Nas últimas seis colunas são apresentados os resultados de demanda de nutrientes que devem ser aportados via DLS ou qualquer outro efluente ou resíduo orgânico gerado na suinocultura. Destes valores já estão descontados os aportes de fertilizantes minerais ou outras fontes de fertilizantes orgânicos informados no planejamento agrícola, além das eventuais restrições a adubação fosfatada pelo LCA-P (Gatiboni et al., 2020, 2015, 2014). Estas restrições são obrigatórias para o licenciamento de granjas de suínos no estado de Santa Catarina (Santa Catarina, 2019; FATMA, 2014), mas servem de orientação para outros estados onde o método LCA-P já está calibrado. Caso o usuário pretenda fazer um planejamento agrícola sem considerar as restrições do LCA-P, não selecione nenhum dos métodos de LCA-P disponíveis no momento do cadastro das análises de solo do talhão. No final da tabela, estão totalizados os valores de demanda de nutrientes, considerando todo o período de planejamento e destacados os valores que serão utilizados para dimensionamento dos rebanhos de suínos em outra funcionalidade.

Havendo outros talhões cadastrados, o usuário deve realizar o planejamento agrícola para cada um deles, repetindo o processo detalhado anteriormente. Mais uma vez, para realizar o planejamento agrícola dos demais talhões, o usuário deve primeiramente já ter cadastrado análises de solo para cada ponto de coleta dos talhões, definindo um ano-base de coleta para o qual o planejamento agrícola será vinculado (veja tópicos anteriores). Considerando que é comum em uma propriedade rural haver talhões com sistemas de culturas semelhantes, variando muitas vezes apenas datas de plantio e colheita, além das recomendações de adubação, o SGAS oferece a funcionalidade de copiar o planejamento agrícola de um talhão para outro. Para tanto, o usuário deve clicar sobre o item “Planejamento agrícola” (ícone ) na árvore de informação do talhão para qual se deseja realizar o novo planejamento. Será aberta uma janela onde o usuário deve clicar sobre o botão  “Novo planejamento agrícola”. Na tela “Planejamento agrícola para dimensionamento”, selecione o ano de início do planejamento no menu correspondente que estará vinculado a um ano-base em que foram cadastradas as análises de solo do talhão (Figura 9). No menu logo abaixo, selecione o talhão do qual o usuário gostaria de copiar o planejamento agrícola e clique sobre o botão “Iniciar planejamento” para prosseguir. Note que todas as informações foram copiadas tal qual cadastradas no talhão de onde as informações foram originalmente cadastradas. Edite-as, se necessário, modificando datas de plantio e colheita, adubações com fertilizantes minerais ou orgânicos e o que mais for pertinente para cada cultura clicando no botão  na tabela resumo do sistema de culturas do talhão. A tabela de resultados de demanda de nutrientes será atualizada para o novo talhão, também recuperando os dados de área representada por ponto de coleta e suas respectivas classificações pelo LCA-P.



Figura 9. Tela do SGAS com a funcionalidade de copiar planejamento agrícola de um talhão para outro.

Fonte: Software de Gestão Ambiental da Suinocultura (SGAS).

Cronograma de aplicação de dejetos

Finalizado o planejamento do talhão, o usuário deve então preencher o calendário de aplicação de efluentes líquidos gerados na suinocultura. Esta funcionalidade é importante para o dimensionamento das estruturas de armazenamento de DLS e digestato. O calendário de aplicação de dejetos deve ser o mais realista possível, visto que discrepâncias significativas podem superdimensionar o tamanho das estruturas de armazenamento, caso os intervalos de aplicação sejam muito menores do que o planejado. Em sentido contrário, o planejamento com intervalos de aplicação de dejetos muito menores do que o efetivamente realizado vai subdimensionar a necessidade de armazenamento de efluentes, aumentando o risco de transbordamentos. Para preencher o calendário de aplicação de dejetos, clique sobre o botão “Cronograma de aplicação de dejetos” localizado logo abaixo da tabela de resultados de demanda de nutrientes do talhão. Alternativamente, o usuário também pode acessar essa funcionalidade clicando sobre o ano-base do planejamento agrícola do talhão no painel de controle (ícone 🗓). Logo a seguir clique sobre o botão 🗓 referente ao “Cronograma de aplicação de dejetos” na janela que será aberta.

A tela “Cronograma de aplicação de dejetos” será exibida apresentando o calendário agrícola estabelecido para o talhão selecionado, conforme sistema de culturas cadastrado no planejamento agrícola (Figura 10). Cada cultura será exibida com uma cor diferente. O cronograma de aplicação de dejetos está disposto na forma de tabela, sendo cada linha correspondente a um ano agrícola, desde o primeiro ano do planejamento até o último ano com cultura cadastrada. Nas colunas, o ano está dividido em meses e quinzena. O usuário deve marcar a caixa de seleção nas quinzenas onde são realizadas aplicações de dejetos. Após esta operação, clique no botão “Salvar cronograma” para armazenar as informações no banco de dados. Note que logo abaixo da tabela com o cronograma de aplicação de dejetos, o sistema atualizou a informação com o “maior período sem aplicação de dejetos” para o talhão selecionado. Quanto maior este intervalo, maior a demanda de armazenamento de dejetos na propriedade. Note que no exemplo da Figura 10, o maior intervalo de aplicação de dejetos é de 90 dias, determinado pela ausência de aplicações entre a primeira quinzena de fevereiro/2023 e a primeira quinzena de maio/2023. Repita esta operação para todos os talhões cadastrados na propriedade.



Figura 10. Tela do SGAS com o cronograma de aplicação de dejetos por talhão cadastrado na propriedade.

Fonte: Software de Gestão Ambiental da Suinocultura (SGAS).

Núcleos de produção

As funcionalidades referentes aos “Núcleos de Produção”, identificada pelo ícone 🏠, estarão disponíveis no quarto nível na árvore de informação do painel de controle do SGAS, vinculada a uma das propriedades rurais cadastradas. Na funcionalidade “Tipo de granja/núcleo, manejo de dejetos e oferta de nutrientes”, também identificada pelo ícone 🏠, o usuário poderá definir o tipo de granja ou núcleo de produção a ser instalado na propriedade rural, determinando assim a produção de dejetos, além da oferta e disponibilidade de nutrientes associados a estes, por unidade animal, conforme o sistema de manejo de dejetos empregado. Identificadas pelo ícone ♻️, estão as funcionalidades de dimensionamento do sistema de manejo de dejetos, incluindo o dimensionamento de estruturas de armazenamento de dejetos (esterqueiras), de unidades de compostagem de dejetos, assim como de biodigestores e suas respectivas estruturas de armazenamento de digestato. Apesar de estar vinculada aos núcleos de produção, as funcionalidades de dimensionamento do sistema de manejo de dejetos serão tratadas no item Dimensionamento do sistema de manejo dos dejetos, deste manual.

Para incluir uma granja ou núcleo de produção (conjunto de instalações alojando a mesma categoria de animais e adotando o mesmo sistema de manejo de dejetos) clique sobre o ícone 🏠 referente a “Tipo de granja/núcleo, manejo de dejetos e oferta de nutrientes”, localizado no painel de controle. Uma janela será aberta com a opção de “Incluir novo núcleo/granja” sob o botão ➕. Clique no botão para incluir uma nova granja ou núcleo de produção e selecionar seu respectivo sistema de manejo de dejetos.

Na tela “Núcleo/granja, manejo dos dejetos e oferta de nutrientes”, vinculada a uma propriedade rural, o usuário deve digitar o nome ou identificador da granja ou núcleo de produção no primeiro campo do formulário. No campo seguinte, informe o ano de referência para o qual será realizado o planejamento da gestão dos resíduos.

IMPORTANTE: o ano de referência deve ser igual a um dos anos-base cadastrados nas áreas agrícolas, para que posteriormente se possa vincular o núcleo de produção que está sendo cadastrado ao planejamento agrícola dos talhões no momento do dimensionamento dos rebanhos. Esta informação

também será relevante para que o usuário possa recuperar informações se posteriormente for modificado algum item no sistema de manejo de dejetos que foi selecionado para o referido núcleo de produção.

No menu seguinte, selecione o tipo de granja. As opções são: “ciclo completo”, “creche”, “terminação”, “UPL”, “UPLD”, “Wean-to-finish double stock” e “Wean-to-finish single stock”. Por definição, granjas do tipo “ciclo completo” são aquelas onde todas as fases de produção de suínos são realizadas no mesmo núcleo de produção (cria, recria, maternidade, creche e terminação). Granjas do tipo “UPLD” são aquelas que contêm apenas as fases de cria, recria e maternidade, enquanto que as “UPL” também contêm a fase de creche. Para granjas do tipo “ciclo completo”, “UPL” e “UPLD”, a unidade animal de referência será a fêmea (matriz) alojada, sendo que a produção de dejetos e excreção de nutrientes das demais categorias animais alojadas na granja (leitões em creche e terminação, se for o caso), já estará computada por fêmea alojada. As granjas do tipo “creche” e “terminação” são aquelas especializadas nas respectivas fases de produção, sendo que a unidade animal de referência serão, respectivamente, o leitão na creche e o suíno em terminação. Já as granjas do tipo “wean-to-finish” são aquelas em que as fases de creche e terminação são executadas no mesmo núcleo de produção, sendo o suíno a unidade de referência animal. As granjas do tipo “wean-to-finish” podem ser do tipo “single stock”, quando todos os leitões alojados na fase de creche são mantidos na mesma granja para a fase de terminação. Já nas granjas do tipo “wean-to-finish double stock”, o alojamento de leitões em creche é duplicado, sendo que metade dos leitões é mantida no mesmo núcleo de produção para a fase de terminação e a outra metade enviada para terminação em um núcleo de terminação independente.

A seguir, informe a latitude e longitude do núcleo de produção utilizando graus decimais nos campos correspondentes. O sistema calculará automaticamente a localização dos pontos em graus, minutos e segundos. Feito isto, o usuário deve selecionar, no menu correspondente, o “Sistema principal de tratamento ou armazenamento” de dejetos empregado na granja. As opções são: “biodigestor UASB”, “biodigestor de lagoa coberta”, “biodigestor de mistura completa”, “compostagem ou cama sobreposta”, “esterqueira” ou “lagoas anaeróbicas”. Após esta seleção, o usuário já pode cadastrar a granja e o sistema de manejo de dejetos no banco de dados clicando no botão “Salvar

sistema” no fim da tela. O painel de controle do SGAS será atualizado com o núcleo de produção cadastrado no quinto nível na árvore de informação, sob o item “Tipo de granja/núcleo, manejo de dejetos e oferta de nutrientes”. O núcleo de produção que foi cadastrado será identificado pelo ícone 🐷, seguido pelo nome atribuído ao núcleo e ano de referência.

Clicando sobre o nome ícone/nome/ano do núcleo de produção, uma janela será aberta com as opções de “Ver/Editar núcleo/granja” sob o botão 🔍 e “Excluir” sob o botão 🗑️. Clique sobre os botões correspondentes para executar estas operações. No caso de exclusão, o usuário deverá confirmar a operação. As informações excluídas não poderão ser recuperadas. A tela “Núcleo/granja, manejo dos dejetos e oferta de nutrientes” também será atualizada após o salvamento do núcleo de produção. A informações de “Unidade animal”, excreção de nutrientes e produção de dejetos por unidade animal a ser alojada na granja serão exibidas logo após o menu “Tipo de granja”.

Abaixo do menu “Sistema principal de tratamento ou armazenamento”, será exibida uma tabela com a quantidade de nutrientes excretada por unidade animal, agora classificados por tipo de resíduo gerado: sólido ou líquido, seguido de nomenclatura de acordo com a tecnologia selecionada. No fim da tela, também será exibida uma tabela resumo com todos os tipos de efluentes gerados na granja do tipo sólido (esterco, composto orgânico, lodo, resíduo de sistema de tratamento) ou líquido (dejeito, biofertilizante, água residuária), conforme a tecnologia de gestão de resíduos selecionada. A tabela também computa a exportação de nutrientes (a ser detalhada a seguir) e a eficiência agrônômica dos fertilizantes orgânicos conforme o tipo de resíduo. Ao final da tabela estão destacados os valores de oferta de nutrientes que serão utilizados para fins de dimensionamento do rebanho de suínos na propriedade rural.

Se a granja conta com algum sistema de tratamento preliminar de dejetos, o usuário deve agora fazer a seleção da tecnologia empregada no menu “Pré-tratamento”. As opções são: “nenhum”, se não há sistema de pré-tratamento de dejetos, “decantador”, “decanter”, “peneira prensa”, “peneira rotativa” e “outro”. Selecionando uma das tecnologias de pré-tratamento cadastradas no sistema, será exibido, logo abaixo do menu correspondente, a eficiência de remoção de NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) da fase líquida do equipamento. A quantidade de nutrientes segregada da fase líquida será então

computada na fase sólida obtida pelo equipamento de separação de fases. Estes valores não poderão ser modificados.

Caso a granja utilize outra tecnologia ou equipamento com eficiências de remoção de NPK distintas das pré-cadastradas no SGAS, o usuário pode selecionar a opção “outro” e modificar os campos correspondentes indicando a eficiência de remoção de NPK em termos percentuais. Destaca-se que estes valores devem ser validados tecnicamente para uso de índices realistas de remoção de NPK da fase líquida e sua segregação para a fase sólida. Ao fazer a seleção de uma tecnologia de pré-tratamento de dejetos e posteriormente clicando no botão “Salvar sistema”, a tela “Sistema de manejo de dejetos” é atualizada. Note que o SGAS computa agora uma fração dos nutrientes como resíduo sólido (esterco sólido), que foi separado do efluente líquido pelo sistema de pré-tratamento de dejetos. Esta informação é exibida na forma de tabela “Resíduo sólido” logo após os campos onde constam a eficiência de remoção de NPK pelo sistema de pré-tratamento de dejetos e também na tabela resumo ao final da tela.

Na próxima etapa, o usuário deve selecionar a tecnologia de pós-tratamento de efluentes líquidos (após tratamento principal) utilizada na granja, caso assim o seja. As opções são: “Nenhum”, “Lagoas em série”, “Sistrates®” e “outro”. Selecionando uma das tecnologias de pós-tratamento cadastradas no sistema, será exibido, logo abaixo do menu correspondente, a eficiência de remoção de NPK do efluente líquido oriunda do sistema de tratamento principal de dejetos utilizado na granja.

IMPORTANTE: as tecnologias de tratamento principal e pós-tratamento devem ser compatíveis entre si. Por exemplo, não é possível utilizar o “Sistrates®” para tratamento de DLS armazenado em esterqueiras. Este sistema deve ser instalado exclusivamente após biodigestores. No entanto, o SGAS não faz o controle deste quesito, ficando sob critério do usuário a informação cadastrada no sistema.

Os valores de eficiência de remoção de NPK das “Lagoas em série” e “Sistrates®” não poderão ser modificados. Caso a granja use outra tecnologia ou equipamento com eficiências de remoção de NPK distintas, o usuário pode selecionar a opção “outro” e modificar os campos correspondentes. Destaca-se que estes valores devem ser validados tecnicamente para uso de índices

realistas de remoção de NPK do efluente líquido. Ao fazer a seleção de uma tecnologia de pós-tratamento de dejetos e clicar no botão “Salvar sistema”, a tela “Sistema de manejo de dejetos” é atualizada. Note que o SGAS computa agora uma fração dos nutrientes como resíduo sólido e outra como efluente líquido, conforme o sistema de pós-tratamento selecionado. Esta informação é exibida na forma de tabela logo após os campos onde constam a eficiência de remoção de NPK pelo sistema de pós-tratamento de dejetos e também na tabela resumo ao final da tela.

Por fim, o usuário deve informar se a granja exporta fertilizantes. Por definição, a exportação de fertilizantes consiste no transporte de uma parte ou da totalidade do resíduo sólido gerado no núcleo de produção para serem utilizados como fertilizantes em áreas agrícolas que não aquelas cadastradas e vinculadas à propriedade rural onde a granja está ou será instalada, sejam estas áreas agrícolas próprias ou de terceiros (contratos de cedência). A exportação de fertilizantes da granja afeta diretamente a capacidade de alojamento de animais na propriedade, pois reduz a oferta de nutrientes, os quais, uma vez exportados, não serão reciclados nas áreas agrícolas cadastradas na propriedade rural. Destaca-se, mais uma vez, que a opção de prever exportação de fertilizantes deve ser realista, visto que se os fertilizantes não forem efetivamente exportados haverá excesso de oferta de nutrientes, causando acúmulo destes nas áreas agrícolas.

Se granja exporta fertilizantes, marque a caixa de seleção logo após a tabela com a quantidade de nutrientes em resíduos sólidos e líquidos gerados no sistema de pós-tratamento de efluentes. Serão exibidos os campos referentes a cada tipo de resíduo sólido passível de ser exportado: “composto orgânico”, “esterco sólido”, “lodo” e “resíduo do tratamento”. Informe a fração exportada (%) de cada resíduo no respectivo campo. Digite 100% se todo o resíduo será exportado da granja ou um valor menor se apenas uma fração será exportada. Clique no botão “Salvar sistema” para registrar as informações. A tela será atualizada com a tabela resumo informando a fração de efluente exportada, a qual será descontada da oferta de nutrientes que deverá ser reciclada nas áreas agrícolas e serão utilizadas para dimensionamento do rebanho a ser alojado na propriedade rural.

IMPORTANTE: o SGAS considera que o dejetos líquido de suínos, biofertilizante (digestato ou dejetos tratados em biodigestor) e água de reúso não podem ser exportadas devido ao elevado custo de transporte. Para estes efluentes, o usuário deverá obrigatoriamente designar sua reciclagem nas áreas agrícolas.

Nas Figuras 11, 12 e 13, constam três exemplos de granjas ou núcleos de produção de suínos, todos de terminação, mas com diferentes sistemas de manejo de dejetos. Serão excretados 4,3 kg de P_2O_5 , 8 kg de N e 4 kg de K_2O e gerados 4,5 L de dejetos por dia (1,54 m³ por ano) para cada suíno em terminação a ser alojado nestas granjas. Na granja da Figura 11, utilizam-se esterqueiras para armazenamento dos dejetos. Não há sistema de pré ou pós-tratamento e não há exportação de fertilizantes, sendo todo o dejetos líquido reciclado nas áreas agrícolas da propriedade rural. A oferta de nutrientes por suíno a ser alojado, já considerando as perdas de nutrientes na esterqueira e eficiência agrônômica do DLS, será de 4,3 kg de P_2O_5 , 3,52 kg de N e 4 kg de K_2O por ano.

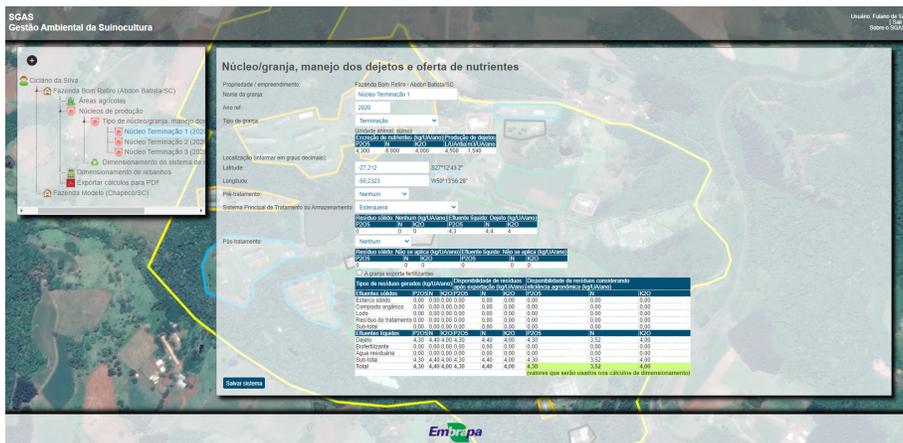


Figura 11. Tela do SGAS com granja de terminação de suínos utilizando esterqueira para manejo dos dejetos e a correspondente oferta de NPK por suíno alojado.

Fonte: Software de Gestão Ambiental da Suinocultura (SGAS).

Na granja da Figura 12, utiliza-se um biodigestor de lagoa coberta como tecnologia principal de tratamento dos dejetos, que antes também passam por separação de fases através de peneira prensa. A granja também exporta 100% do esterco sólido separado no pré-tratamento. Os demais resíduos (biofertilizante e lodo do biodigestor) são utilizados para adubação das áreas agrícolas da propriedade rural. Considerando as perdas de nutrientes durante o tratamento dos dejetos e armazenamento do digestato, a exportação do esterco sólido e a eficiência agrônômica do biofertilizante e o lodo do biodigestor, a oferta de nutrientes por suínos a ser alojado na granja será de 3,44 kg de P_2O_5 , 3,07 kg de N e 3,5 kg de K_2O por ano. A redução na oferta de nutrientes foi de 13%, 20% e 12,5% para N, P, e K, respectivamente, devido à exportação do esterco sólido. As ofertas de nutrientes de ambas as granjas serão utilizadas para o dimensionamento do rebanho a ser alojado na propriedade rural.

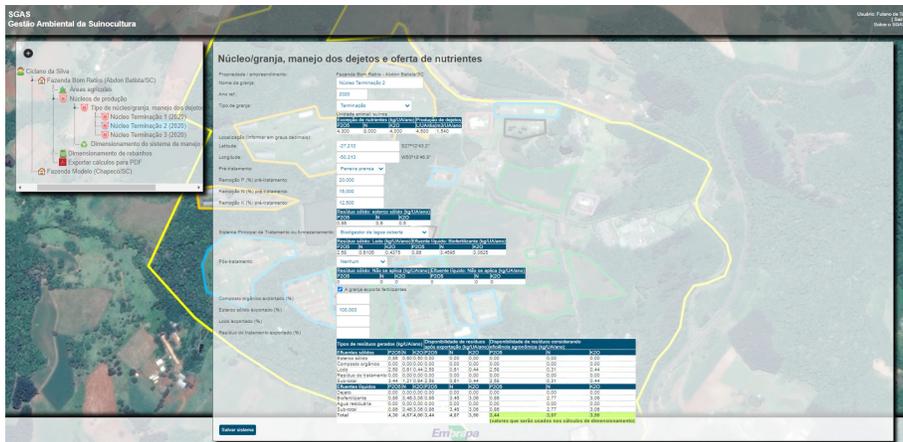


Figura 12. Tela do SGAS com granja de terminação de suínos utilizando peneira prensa, biodigestor e exportação de esterco sólido para manejo dos dejetos e a correspondente oferta de NPK por suíno alojado.

Fonte: Software de Gestão Ambiental da Suinocultura (SGAS).

Já no exemplo da Figura 13, foi determinado o uso de um sistema de compostagem de dejetos líquidos ou de cama sobreposta. Não há diferença entre os dois sistemas quanto as perdas e disponibilidade de nutrientes no composto orgânico. A granja também prevê que todo o composto orgânico produ-

No primeiro campo da tela “Dimensionamento de rebanhos” que será aberta (Figura 14), o usuário pode nomear o cálculo que será feito para facilitar posterior identificação. Logo abaixo, serão exibidas três tabelas com informações sobre a “Oferta de nutrientes” nas granjas ou núcleos de produção, “Demanda de armazenamento” para efluentes líquidos e “Demanda de nutrientes” nas áreas agrícolas da propriedade rural. Neste momento, a segunda tabela tem apenas caráter informativo. Para dimensionar os rebanhos de suínos, o usuário deve operar na primeira e terceira tabelas (oferta e demanda de nutrientes).

Dimensionamento de rebanhos

Propriedade / empreendimento: Fazenda Boa Vista
 identificação do cálculo: Budgeter

Oferta de nutrientes:

Identificação	Tipo	Quantidade	Unidade	Excreção de Nitrogênio (kg/ano)	Excreção de Fósforo (kg/ano)	Disponíveis após manejo (kg/ano)	Consumo de água (m³/ano)	Produção de dejetos (t/ano)
Núcleo Terminação 1 Terminação	suínos	1000.00	3880.00	1430.00	1500.00	1210.00	1400.00	2445.5
Núcleo Terminação 2 Terminação	suínos	2000.00	3880.00	1540.00	1600.00	1480.00	1687.00	34155.7
Núcleo Terminação 3 Terminação	suínos	3000.00	3880.00	2010.00	0.00	0.00	143448.4	5682.0
Total		12000.00	22460.00	11240.00	3170.00	2772.00	16942.4	304.2
Nutrientes limitante							3097.80	542.0
kg 2000/ha								12.0

Demanda de armazenamento:

Identificação do talhão: Área (m²) / CCM

Identificação do talhão	Área (m²)	Consumo médio anual	Parâmetro
Fronte Casa	15.00	1.385.11	4.301.65
Fronte Casa	15.00	1.792.59	2.147.75
Total	3.176.63	7.141.40	3.352.48

O número de animais a serem alojados e a oferta de nutrientes via dejetos na granja é comparado com a demanda de nutrientes nas áreas agrícolas.

Salvar dimensionamento

Figura 14. Tela do SGAS com a funcionalidade de dimensionamento de rebanhos.

Fonte: Software de Gestão Ambiental da Suinocultura (SGAS).

As tabelas estão organizadas com as granjas ou núcleos de produção (na primeira tabela) e os talhões (na terceira tabela) cadastrados nas funcionalidades anteriores do SGAS ocupando as linhas de suas respectivas tabelas. Nas colunas estão as demais informações pertinentes para o dimensionamento dos rebanhos. Para a oferta de nutrientes, cabe destacar o nome ou identificador da granja ou núcleo de produção, o tipo de granja, a quantidade de animais alojáveis, a unidade animal de referência, a excreção de nutrientes e a quantidade nutrientes disponíveis após sistema de manejo de dejetos. Nesta tabela, também consta qual nutriente será utilizado como limitante para o dimensionamento do rebanho, sendo o P o elemento padrão. As demais informações apresentadas na tabela (sólidos voláteis, consumo de água, pro-

dução de dejetos e vazão) podem ser ignoradas neste momento. Na tabela referente à demanda de nutrientes nas áreas agrícolas, constam a identificação do talhão, a área em hectares e a demanda média anual de nutrientes. Note que os valores de demanda de nutrientes diferem daqueles gerados na funcionalidade de planejamento agrícola, pois, os mesmos são exibidos nesta tela de dimensionamento como média anual.

Marque as caixas de seleção para identificar quais talhões o usuário deseja incluir no cálculo da demanda de nutrientes na tabela correspondente. Note que a demanda total de nutrientes no somatório dos talhões é atualizada no fim da tabela de demanda de nutrientes. A seguir, o usuário deve selecionar quais granjas ou núcleos de produção deseja incluir no cálculo da oferta de nutrientes, marcando as caixas de seleção na linha correspondente da tabela de oferta de nutrientes.

IMPORTANTE: caso os núcleos de produção cadastrados na propriedade rural utilizem sistemas de manejo dos dejetos distintos, é fundamental que o usuário faça um cálculo de dimensionamento de rebanho para cada núcleo de produção separadamente. Isto permitirá ao usuário dimensionar adequadamente cada sistema de manejo dos dejetos, conforme será apresentado no item Dimensionamento do sistema de manejo dos dejetos, deste manual. Destaca-se que o sistema não faz o controle se o usuário está dimensionando rebanhos de núcleos de produção com sistemas de manejo dos dejetos distintos, ficando esta consideração sob critério do usuário. Não obstante, o usuário pode e deve dimensionar rebanhos de núcleos de produção que utilizem o mesmo sistema de manejo dos dejetos a fim de dimensioná-lo adequadamente para atender todos os núcleos de produção dos quais recebe efluentes.

O usuário deve então informar a quantidade de animais que se deseja alojar em cada granja ou núcleo de produção no campo correspondente da tabela de oferta de nutrientes. Para o cálculo da oferta de nutrientes, o sistema recupera automaticamente os dados referentes ao manejo de dejetos, além das perdas e eventual exportação de nutrientes. Note que, feitas as marcações para se incluir granjas e talhões nos cálculos e ao se alterar a quantidade de animais alojáveis em cada granja, os valores de oferta e demanda de nutrientes são atualizados e totalizados em cada tabela.

Sempre que a oferta total do nutriente limitante disponível após sistema de manejo dos dejetos for igual ou inferior à demanda total deste nutriente nas áreas agrícolas, o sistema exibirá a mensagem “O número de animais a serem alojados e a oferta de nutrientes via dejetos na granja é compatível com a demanda de nutrientes nas áreas agrícolas”. Isto indica que os rebanhos foram dimensionados adequadamente, não havendo oferta excessiva de nutrientes para serem reciclados nas áreas agrícolas. Caso a oferta seja inferior à demanda, o usuário pode inclusive aumentar a quantidade de animais alojáveis até o limite da demanda do nutriente limitante. Caso a oferta total do nutriente limitante seja superior à demanda do mesmo nas áreas agrícolas, o SGAS exibirá a seguinte mensagem de alerta: O número de animais a serem alojados e a oferta de nutrientes via dejetos na granja é superior à demanda de nutrientes nas áreas agrícolas, o que pode comprometer a sustentabilidade deste empreendimento. Neste caso, sugere-se como alternativas:

- a) Reduzir o número de animais a serem alojados.
- b) Implementar sistema de tratamento ou manejo de dejetos que permitam a remoção e exportação de nutrientes.
- c) Aumentar a demanda de nutrientes nas áreas agrícolas, seja pela inclusão de novos talhões, seja pelo uso de sistema de culturas com maior demanda e exportação de nutrientes ou pelo aumento da expectativa de produtividade das culturas (desde que realistas e dentro dos limites técnicos da cultura e potencial produtivo do solo e da região). A mensagem é autoexplicativa.

IMPORTANTE: o sistema não controla se um talhão é utilizado para mais de um cálculo de dimensionamento de rebanho, caso a propriedade tenha mais de um núcleo de produção com diferentes sistemas de manejo de dejetos. Desta maneira, fica sob responsabilidade do usuário fazer este controle. Caso não o faça, a oferta de nutrientes na propriedade (soma da oferta de cada núcleo de produção) poderá ser superdimensionada se um mesmo talhão foi utilizado em mais de um cálculo de dimensionamento. Ainda, caso um talhão não tenha toda a sua demanda de nutrientes atendida pela oferta de nutrientes dimensionada para um núcleo de produção, o usuário poderá dividir o talhão em uma ou mais partes com áreas menores, desde que esta opção seja realista e factível do ponto de vista prático. Desta maneira, pode-

se criar um talhão com área e demanda de nutrientes compatível com a oferta de nutrientes de um núcleo de produção, ficando os outros talhões desmembrados do original disponíveis para dimensionamento de outros núcleos de produção.

Note que o exemplo da Figura 14 recupera os exemplos utilizados nas Figuras 11, 12 e 13.

IMPORTANTE: o exemplo da Figura 14 serve apenas para comparação, visto que os três núcleos de produção tomados dos exemplos das Figuras 11, 12 e 13 utilizarão sistemas de manejo de dejetos distintos e não devem ser empregados no mesmo cálculo de dimensionamento de rebanho. De qualquer maneira, a maior capacidade de alojamento de animais no “Núcleo de terminação 2” em relação ao “Núcleo de terminação 1” deve-se à exportação do esterco sólido, conforme o sistema de manejo de dejetos planejado para aquela granja. Isto permitiu um alojamento de 135 suínos em terminação ou 38,6% a mais do que a outra granja utilizada como exemplo, para uma mesma oferta de nutrientes disponível após sistema de manejo de dejetos. Já para o “Núcleo de terminação 3”, de onde todo o composto orgânico produzido é exportado, não há oferta de nutrientes para reciclagem nas áreas agrícolas. Isto ocasiona que a oferta de nutrientes não limita o alojamento de animais nesta granja e pode-se alojar um número muito superior de animais. Ressalta-se que, para que isto seja válido, 100% do composto orgânico deve ser exportado da propriedade rural.

Para salvar o dimensionamento realizado, clique no botão “Salvar dimensionamento”. Todos os campos serão atualizados, salvos e o cálculo de dimensionamento será incluído no quarto nível da árvore de informação do painel de controle do SGAS sob a funcionalidade “Dimensionamento de rebanho”. O cálculo de dimensionamento agora salvo será identificado na árvore de informação pelo ícone , seguido do ano-base do dimensionamento, nome identificador e data que o cálculo foi salvo. Para realizar novos cálculos de dimensionamento para outros núcleos de produção, repita as operações descritas anteriormente. Para ver ou editar os cálculos já salvos, o usuário deve clicar com o mouse sobre o ícone/ano/nome do dimensionamento de rebanhos que deseja modificar no painel de controle do SGAS. Uma janela será aberta com as opções “Ver/Editar cálculo” sob o botão  e “Excluir” sob o botão . Clique sobre os botões para realizar as operações correspondentes.

No caso de exclusão do cálculo, o usuário deverá confirmar a operação. As informações excluídas não poderão ser recuperadas. Somente será possível excluir um cálculo de dimensionamento de rebanhos se não houver cálculos de dimensionamento de sistema de manejo dos dejetos vinculados.

Dimensionamento do sistema de manejo dos dejetos

Na versão atual do SGAS, estão disponíveis as funcionalidades de dimensionamento de esterqueiras para armazenamento dos dejetos, biodigestores de lagoa coberta e lagoas de armazenamento do digestato e unidades de compostagem dos dejetos de suínos.

IMPORTANTE: estas funcionalidades somente estarão disponíveis após concluído o dimensionamento dos rebanhos, quando um quinto nível na árvore de informação do painel de controle será criado sob o item “Dimensionamento do Sistema de Manejo dos Dejetos”, identificado pelo ícone  e mesmo ano-base, nome identificador e data que o cálculo de dimensionamento de rebanhos foi salvo. Através destas funcionalidades, o usuário poderá dimensionar os sistemas de manejo dos dejetos para cada núcleo de produção, isoladamente, ou para um conjunto de núcleos de produção que se valham do mesmo sistema de manejo dos dejetos.

Clicando sobre o item de dimensionamento do sistema de manejo dos dejetos que se deseja realizar, identificado pelo ícone  e mesmo ano-base, nome identificador e data que o cálculo de dimensionamento de rebanhos foi salvo, será aberta uma janela com a opção “Ver/editar cálculo” sob o botão . Clique sobre o botão para acessar a funcionalidade. Será exibida a tela “Dimensionamento do sistema de manejo dos dejetos”, onde constará a tabela de oferta de nutrientes e uma tabela com a demanda de armazenamento para efluentes líquidos. Note que os dados exibidos em ambas as tabelas são apenas informativos e não podem ser alterados nesta funcionalidade.

Diferentemente da tabela de oferta de nutrientes exibida na tela de dimensionamento de rebanhos, nesta funcionalidade somente serão exibidos os dados referentes aos núcleos de produção selecionados para inclusão no cálculo do dimensionamento de rebanhos salvo anteriormente. Nesta tabela,

as informações requeridas para o dimensionamento dos sistemas de manejo dos dejetos são produção anual e diária de sólidos voláteis (para biodigestores) e produção anual de dejetos. Logo abaixo, a tabela demanda de armazenamento registra a produção anual de dejetos para os núcleos de produção para os quais serão dimensionadas as estruturas de armazenamento de dejetos ou digestato. Nesta tabela também consta o maior intervalo entre remoções do efluente. Esta informação é recuperada do calendário de aplicação de dejetos nos talhões agrícolas cadastrados para a propriedade rural. O sistema recupera o valor referente ao talhão com maior intervalo entre aplicações de dejetos, o que indica o tempo requerido de armazenamento de dejetos. Com base nestas informações, o sistema calcula a demanda total de armazenamento de dejetos, considerando o período de armazenamento requerido. Esta informação é exibida na última coluna desta tabela. Caso os núcleos de produção exibidos na tabela de oferta de nutrientes tenham sido dimensionados com sistema de manejo dos dejetos por armazenamento em esterqueiras, biodigestores ou compostagem, as funcionalidades correspondentes ao dimensionamento destes sistemas serão exibidas logo abaixo da tabela de demanda de armazenamento.

Estruturas de armazenamento de dejetos

Esta funcionalidade foi desenvolvida com adaptações da metodologia descrita por (Oliveira; Silva, 2004). Caso um ou mais núcleos de produção tenham sido cadastrados prevendo o uso de esterqueiras para armazenamento dos dejetos, a funcionalidade “Cálculos de dimensionamento de estruturas de armazenamento” será exibida junto à tela de dimensionamento do sistema de manejo dos dejetos.

Para incluir uma estrutura de armazenamento, clique no botão . A janela “Adicionar estrutura de armazenamento” será aberta. Nesta janela, o usuário deve digitar um nome ou código de identificação da estrutura no primeiro campo do formulário. Confirme para qual granja ou núcleo de produção a estrutura de armazenamento será dimensionada (pode ser mais de uma granja ou núcleo, desde que todas utilizem o mesmo sistema de manejo de dejetos), clicando nas caixas de seleção correspondentes. A seguir, selecione o revestimento e formato da estrutura nos menus seguintes. As opções de revestimento são apenas para cadastro e estatística, a saber: “alvenaria”,

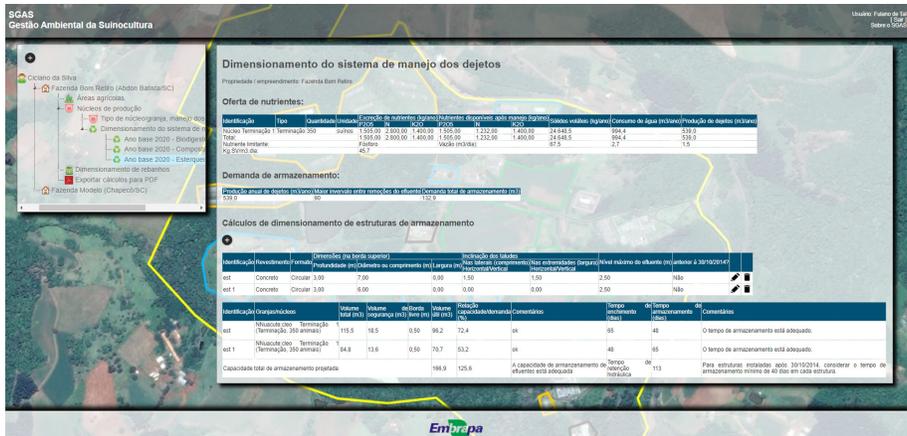
“argila compactada”, “concreto” e “geomembrana”. O formato da estrutura será utilizado nos cálculos de volume total, volume de segurança e volume útil, com as seguintes opções: “circular”, “lagoa (trapezoidal)” e “retangular”.

Para estruturas circulares, informe nos campos seguintes a profundidade total (medida desde a borda superior até o fundo) e o diâmetro desejados. O campo “largura” não necessita ser preenchido para estruturas circulares. Se a estrutura tiver formato “trapezoidal” ou “retangular”, informe as três dimensões nos campos correspondentes (profundidade, comprimento e largura). Para estruturas com formato “trapezoidal”, o comprimento e largura se referem às dimensões medidas na borda superior da lagoa. Se o usuário selecionar o formato “trapezoidal”, os campos de inclinação dos taludes laterais (no sentido do comprimento) e das extremidades ou cabeceiras (no sentido da largura) das lagoas serão exibidos para seleção através de menu. As opções dos menus variam desde uma inclinação de 3:1 (para cada 1 m de profundidade o talude se projeta 0,33 m na horizontal), indicada para terrenos rochosos e muito estáveis, até 1:4 (para cada 1 m de profundidade o talude se projeta 4 m na horizontal), indicada para terrenos arenosos e muito pouco estáveis. Ainda para estruturas de armazenamento de formato trapezoidal, o sistema possui um controle de qualidade que indica se o fundo da lagoa será plano ou não. Caso não o seja, ao tentar salvar a estrutura, o sistema informa o usuário que este deve redimensionar a estrutura reduzindo a profundidade da lagoa, reduzindo a inclinação dos taludes (se possível devido ao tipo de solo) ou aumentando as dimensões (largura e comprimento) da lagoa.

A seguir, o usuário deve preencher o campo “Nível máximo do efluente” para todos os formatos de estruturas. Esta informação corresponde à cota máxima ocupada pelo efluente quando a estrutura de armazenamento estiver cheia, medida do fundo até o nível máximo que o efluente ocupará na estrutura. A diferença entre a profundidade total da estrutura de armazenamento e o nível máximo do efluente corresponde à borda de segurança contra transbordamento. A altura da borda de segurança deve ser igual ou maior do que o balanço de precipitação nos quatro meses críticos do ano, acrescidos de 0,25 m como margem de segurança. Os dados de balanço de precipitação são recuperados da estação meteorológica mais próxima da granja, selecionada no momento do cadastro da propriedade rural. Para granjas de Santa Catarina, o usuário deve ainda informar se a estrutura de armazenamento foi

construída antes de 30/10/2014, data de promulgação da IN11 que regula a suinocultura naquele estado (Santa Catarina, 2019; FATMA, 2014). Para tanto, selecione as opções “sim” ou “não” no último menu da janela. Esta seleção determina que esterqueiras construídas antes de 30/10/2014 devem ter tempo de retenção hídrica (TRH) igual ou maior do que 120 dias (válido para o conjunto de esterqueiras). Para aquelas construídas após esta data, o tempo de armazenamento dos dejetos em cada esterqueira deve ser de no mínimo 40 dias.

Clique em “Salvar estrutura de armazenamento” para registrar as informações no banco de dados. Para sair da janela sem salvar as informações, clique no botão  no topo da janela. Repita as operações anteriores para adicionar outras estruturas de armazenamento. Após adicionada a primeira estrutura de armazenamento de dejetos, o SGAS exibirá uma tabela com os dados cadastrados de cada estrutura que foi adicionada (Figura 15). Para editar os dados de alguma das estruturas cadastradas, clique no botão . Para excluir uma estrutura, clique no botão . No caso de exclusão, o usuário deverá confirmar a operação. As informações excluídas não poderão ser recuperadas.



Dimensionamento do sistema de manejo dos dejetos

Propriedade | empreendimento: Fazenda São Pedro

Oferta de nutrientes:

Identificação	Sexo	Quantidade	Volume de dejetos (litros)	Volume de dejetos (kg)	Volume de dejetos (m³)	Nitrogênio (kg)	Fósforo (kg)	Carbono (kg)	Produção de dejetos (litros)
Porco Terminado 1	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 2	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 3	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 4	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 5	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 6	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 7	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 8	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 9	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 10	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 11	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 12	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 13	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 14	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 15	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 16	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 17	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 18	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 19	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 20	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 21	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 22	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 23	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 24	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 25	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 26	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 27	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 28	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 29	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 30	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 31	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 32	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 33	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 34	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 35	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 36	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 37	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 38	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 39	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 40	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 41	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 42	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 43	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 44	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 45	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 46	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 47	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 48	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 49	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 50	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 51	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 52	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 53	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 54	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 55	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 56	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 57	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 58	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 59	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 60	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 61	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 62	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 63	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 64	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 65	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 66	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 67	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 68	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 69	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 70	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 71	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 72	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 73	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 74	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 75	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 76	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 77	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 78	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 79	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 80	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.232,00	1.400,00	24.000,00	24.000,00
Porco Terminado 81	Terminado	1.000,00	2.000,00	1.400,00	1.400,00	1.2			

Logo abaixo da tabela com os dados de cadastro das estruturas de armazenamento, o SGAS exibirá uma segunda tabela informativa com a identificação da estrutura, núcleos de produção a que se referem, os resultados de volume total, volume de segurança, borda livre, volume útil, relação entre capacidade e demanda de armazenamento, tempo de enchimento, tempo de armazenamento e tempo de retenção hidráulica total, além de comentários críticos sobre o dimensionamento das estruturas. Estes comentários críticos podem se aplicar às estruturas de armazenamento de forma individual ou ao conjunto delas, conforme detalhado a seguir. Satisfeitos todos os controles de qualidade, as estruturas de armazenamento de dejetos foram corretamente dimensionadas.

- a) **Quanto ao nível máximo do efluente e volume de segurança de cada estrutura de armazenamento:** sempre que o nível máximo do efluente for menor que 2,5 m ou a diferença entre o volume total e o volume útil da estrutura for inferior ao requerimento de volume de segurança, o sistema informará “O nível máximo do efluente deve ser igual ou superior a 2,5 m. A soma do volume útil e volume de segurança deve ser menor ou igual ao volume total: aumentar a profundidade e/ou reduzir as dimensões da estrutura”. Caso os parâmetros estejam adequados, o comentário será “OK”.
- b) **Quanto ao tempo de armazenamento de cada estrutura de armazenamento:** para estruturas projetadas antes 30/10/2014 em Santa Catarina, o comentário será “Considerar o tempo de retenção hidráulica do conjunto de estruturas”; para as demais estruturas, caso o tempo de armazenamento seja inferior a 40 dias, o sistema informará que “O tempo de armazenamento de cada estrutura deve ser igual ou maior que 40 dias”. Neste caso, o usuário deve aumentar as dimensões das estruturas de armazenamento de modo que todas tenham tempo de armazenamento igual ou maior a 40 dias. Satisfeitas estas condições, o comentário será “O tempo de armazenamento está adequado”.
- c) **Quanto à capacidade total de armazenamento projetada para o conjunto de estruturas:** caso o somatório dos volumes úteis de todas as estruturas seja igual ou maior do que o demanda total de armazenamento ou superior a 100%, o comentário será “A capacidade de armazenamento de efluentes está adequada”. Caso contrário, o siste-

ma informará que “A capacidade de armazenamento é menor do que o requerido considerando a produção de dejetos e o intervalo entre aplicações”. Neste caso, o usuário deve aumentar as dimensões das estruturas de armazenamento.

- d) Quanto ao tempo de retenção hidráulica do conjunto de estruturas de armazenamento:** para estruturas projetadas antes 30/10/2014 em Santa Catarina, caso o tempo de retenção hidráulica seja inferior a 120 dias, o comentário será “O tempo de retenção hidráulica deve ser igual ou maior que 120 dias.”. Neste caso, o usuário deve aumentar as dimensões das estruturas de armazenamento. Se o tempo de retenção hidráulico for igual ou superior a 120 dias, o sistema informará que “O tempo de retenção hidráulica está adequado.”; para as demais estruturas, o sistema informará “Para estruturas instaladas após 30/10/2014, considerar o tempo de armazenamento mínimo de 40 dias em cada estrutura”.

Biodigestores de lagoa coberta e estruturas de armazenamento do digestato

Assim como descrito para as estruturas de armazenamento de dejetos, a funcionalidade de dimensionamento de biodigestores e armazenamento do digestato somente será exibida na tela “Dimensionamento do sistema de manejo dos dejetos” caso os núcleos de produção salvos no dimensionamento de rebanho tenham sido cadastrados prevendo o uso de biodigestores de lagoa coberta. Neste caso, para incluir um biodigestor, clique no botão  junto ao texto “Cálculos de dimensionamento de biodigestores”. A janela “Adicionar biodigestor” será aberta.

Nesta janela, o usuário deve digitar um nome ou código de identificação do biodigestor no primeiro campo do formulário. Logo a seguir, confirme para qual granja ou núcleo de produção o biodigestor será dimensionado (pode ser mais de uma granja ou núcleo, desde que todas utilizem o mesmo sistema de manejo de dejetos), clicando nas caixas de seleção correspondentes. Selecione o revestimento, apenas para cadastro e estatística, entre as opções: “alvenaria”, “concreto” e “geomembrana”. Por definição, os biodigestores de lagoa coberta devem ter formato trapezoidal. Informe as três

dimensões do biodigestor nos campos correspondentes (profundidade, comprimento e largura). Selecione a inclinação dos taludes laterais (no sentido do comprimento) e das extremidades (no sentido da largura) do biodigestor através de menu seguinte. As opções dos menus variam desde uma inclinação de 3:1 (para cada 1 m de profundidade o talude se projeta 0,33 m na horizontal), indicada para terrenos rochosos e muito estáveis, até 1:4 (para cada 1 m de profundidade o talude se projeta 4 m na horizontal), indicada para terrenos arenosos e muito pouco estáveis. O sistema possui um controle de qualidade que indica se o fundo do biodigestor será plano ou não. Caso não o seja, ao tentar salvar, o sistema informa o usuário que este deve redimensionar o biodigestor reduzindo sua profundidade, reduzindo a inclinação dos taludes (se possível devido ao tipo de solo) ou aumentando as dimensões (largura e comprimento) do biodigestor.

A seguir, o usuário deve preencher o campo “Borda livre”. Esta informação corresponde à altura entre o nível máximo do efluente e a borda do biodigestor quando este estiver operando em sua cota máxima. Clique em “Salvar biodigestor” para registrar as informações no banco de dados. Para sair da janela sem salvar as informações, clique no botão ⊗ no topo da janela.

ATENÇÃO: o sistema permite o cadastro de apenas um biodigestor por núcleo de produção (ou conjunto destes). Esta opção se justifica pela operação preferencial dos biodigestores em sistema de alimentação contínua. Caso um núcleo de produção utilize mais de um biodigestor, faça o dimensionamento dos núcleos de produção considerando o volume de dejetos tratado em cada biodigestor e cadastre o número de núcleos de produção necessários. Posteriormente, retorne e dimensione um biodigestor para cada núcleo de produção desmembrado do original. Após adicionado o biodigestor, o SGAS exibirá uma tabela com os dados cadastrados (Figura 16). Para editar os dados dos biodigestores cadastrados, clique no botão ●. Para excluir o biodigestor, clique no botão ○. No caso de exclusão, o usuário deverá confirmar a operação. As informações excluídas não poderão ser recuperadas.

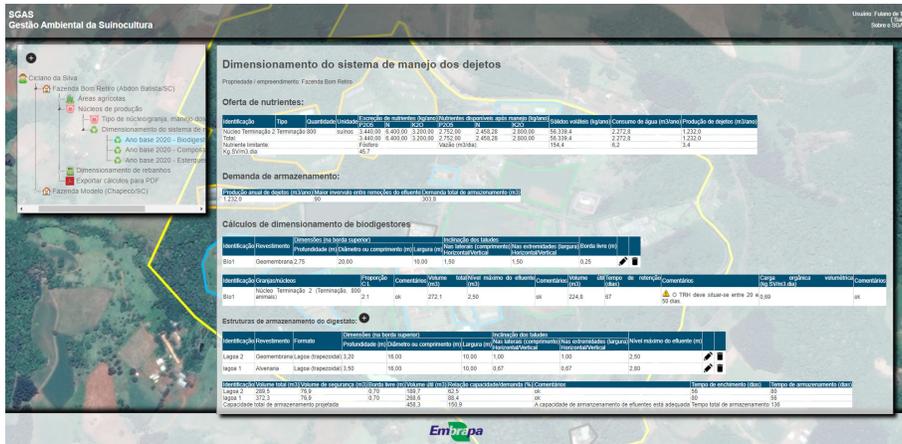


Figura 16. Tela do SGAS exibindo funcionalidade de dimensionamento de biodigestores e estruturas de armazenamento do digestato.

Fonte: Software de Gestão Ambiental da Suinocultura (SGAS).

Logo abaixo da tabela com os dados cadastrados do biodigestor de lagoa coberta, o sistema exibirá uma tabela informativa com o nome do biodigestor, núcleos de produção a que se refere e os resultados de proporção entre comprimento e largura, volume total, nível máximo do efluente, volume útil, tempo de retenção hidráulica (TRH) e carga orgânica volumétrica (COV), além de comentários críticos sobre o dimensionamento do biodigestor, conforme detalhado a seguir. Satisfeitos todos os controles de qualidade, os biodigestores foram corretamente dimensionados.

- Quanto à proporção entre comprimento e largura do biodigestor:** deve situar-se entre 2:1 e 3:1 (comprimento:largura), caso contrário, o SGAS exibirá a mensagem “A proporção entre comprimento e largura deve ser entre 2:1 e 3:1”. Satisfeita esta condição, o comentário será “OK”.
- Quanto ao nível máximo do efluente e borda de segurança do biodigestor:** o nível máximo deve ser igual ou maior que 2,5 m e a borda de segurança igual ou maior a 0,25 m, caso contrário o SGAS exibirá a mensagem “A borda livre deve ser igual ou maior que 0,25 m. O nível máximo do efluente deve ser maior ou igual a 2,5 m”. Satisfeitas estas condições, o comentário será “OK”.

c) Quanto ao TRH do biodigestor: o TRH deve situar-se entre 20 e 50 dias, caso contrário o SGAS exibirá a mensagem “O TRH deve situar-se entre 20 e 50 dias”. Satisfeita esta condição, o comentário será “OK”. Destaca-se que este não é um critério obrigatório, mas uma faixa preferencial para orientação do usuário.

d) Quanto a COV do biodigestor: a COV deve situar-se entre 0,37 kg.SV/m³.dia e 0,7 kg.SV/m³.dia, caso contrário o SGAS exibirá a mensagem “A carga de alimentação preferencial situa-se entre 0,3 kg.SV/m³.dia a 0,7 kg.SV/m³.dia”. Satisfeita esta condição, o comentário será “OK”. Destaca-se que este não é um critério obrigatório, mas uma faixa preferencial para orientação do usuário.

A seguir, o usuário deve dimensionar as estruturas de armazenamento do digestato. O processo é idêntico ao descrito para as estruturas de armazenamento de dejetos, conforme o item Estruturas de armazenamento de dejetos, deste manual. No entanto, diferentemente das esterqueiras, o SGAS fará o controle de qualidade do dimensionamento das estruturas de armazenamento de digestato apenas quanto ao nível máximo do efluente (deve ser igual ou maior que 2,5 m), ao volume de segurança de cada estrutura de armazenamento (a diferença entre o volume total e o volume útil da estrutura deve ser igual ou maior ao volume de segurança) e à capacidade total de armazenamento projetada para o conjunto de estruturas (que deve ser maior ou igual à demanda de armazenamento determinada pelo calendário de aplicações nas áreas agrícolas).

Unidades de compostagem de dejetos

A funcionalidade de dimensionamento de unidades de compostagem será exibida na tela “Dimensionamento do sistema de manejo dos dejetos” somente se os núcleos de produção salvos no dimensionamento de rebanho tiverem sido cadastrados prevendo o uso de compostagem para tratamento dos dejetos de suínos. Esta funcionalidade foi desenvolvida com adaptações da metodologia desenvolvida por Oliveira et al. (2017). Para incluir uma unidade de compostagem, clique no botão  ao lado de “Cálculos de dimensionamento de compostagem”. A janela “Adicionar compostagem” será aberta.

No primeiro campo do formulário, digite um nome ou código de identificação da unidade de compostagem que será projetada. Logo a seguir, confirme para qual granja ou núcleo de produção a unidade de compostagem será dimensionada (pode ser mais de uma granja ou núcleo, desde que todas utilizem o mesmo sistema de manejo de dejetos), clicando nas caixas de seleção correspondentes.

O processo de dimensionamento da unidade de compostagem se divide em três etapas. Na primeira, o usuário deve dimensionar o tanque de armazenamento de dejetos pré-compostagem. Este tanque serve para o armazenamento temporário e homogeneização dos dejetos que são coletados das granjas ou núcleos de produção até que o volume coletado seja suficiente para aplicação nas leiras de compostagem, conforme projeto das leiras e capacidade dos equipamentos de compostagem. Os dejetos devem ser armazenados neste tanque pelo menor tempo possível, preferencialmente de um dia. O armazenamento por tempo excessivo reduz a quantidade de carbono lábil no dejetos que vai sendo mineralizado no tanque de armazenamento. Este carbono é imprescindível para que o processo de compostagem ocorra de maneira eficiente.

No entanto, o tanque também deve ser projetado de modo a ter capacidade para armazenar os dejetos em situações de emergência. Por exemplo, caso ocorra quebra do equipamento de compostagem. Assim, parece razoável que este tanque seja projetado com capacidade para armazenar um volume equivalente a sete dias de produção de dejetos da granja. Certamente, este tempo ou volume de armazenamento varia conforme o tempo médio de manutenção para cada unidade de compostagem e deve ser avaliado para cada propriedade rural junto aos fornecedores de equipamentos e sua disponibilidade de assistência técnica.

Digite o tempo máximo de armazenamento de dejetos (em dias) no segundo campo do formulário. O sistema recupera automaticamente os dados de produção diária de efluentes para calcular o volume de armazenamento demandado para este período. A seguir, selecione nos menus correspondentes o tipo de revestimento do tanque de armazenamento dos dejetos pré-compostagem (alvenaria ou concreto) e o formato do tanque (circular ou retangular). Clique no botão “Próximo” para avançar. A janela será atualizada com novos campos onde o usuário deve digitar as dimensões da estrutura de armazena-

mento de dejetos pré-compostagem (profundidade, diâmetro ou comprimento e largura). O campo “Largura” não necessita ser preenchido para estruturas circulares. A profundidade é medida desde a borda superior até o fundo do tanque. A seguir o usuário deve informar a borda livre do tanque, que é a medida desde a borda superior até o nível máximo do efluente no tanque.

Na etapa seguinte, o usuário deve determinar a demanda de substrato para a unidade de compostagem. Para tanto, deve-se definir a taxa máxima de incorporação de dejetos (em litros) para cada quilo de substrato nas leiras de compostagem. Esta taxa determinará o volume total de dejetos aplicados nas leiras de compostagem durante toda a fase de incorporação de dejetos nas leiras. Selecione no menu correspondente a taxa desejada que varia de 6 L a 20 L de dejetos por quilo de substrato.

IMPORTANTE: quanto maior a taxa, maior deverá ser o tempo de incorporação de dejetos nas leiras de compostagem a fim de que não se exceda a taxa máxima de aplicação de dejetos por dia ou semana de incorporação. Sugere-se valores próximos a 10 L a 12 L de dejetos por quilo de substrato Oliveira et al. (2017).

A seguir, o usuário deverá informar o tipo de substrato que será utilizado na unidade de compostagem. As opções são maravalha, serragem e palha de gramíneas. Cada substrato tem uma granulometria, densidade, umidade e composição química (relação C/N) que afetam a eficiência do processo de compostagem e a quantidade de material (massa) que serão utilizados nas leiras de compostagem. De modo geral, não se recomenda o uso de apenas um tipo de substrato, pois, suas características físico-químicas podem limitar o processo de compostagem. Por exemplo, o substrato formado exclusivamente por serragem tende a compactar reduzindo a difusão de oxigênio nas leiras de compostagem. Por sua vez, as palhas de gramíneas têm baixa capacidade de absorção de dejetos e se decompõe rapidamente, aumentando o risco de lixiviação de chorume e necessitando reposição frequente de material. Já a maravalha também se decompõe muito lentamente, mas também tem baixa capacidade de absorção de dejetos.

Assim, recomenda-se uma mistura de até 30% de maravalha e 70% de serragem, se possível com adição de uma quantidade de palhas de gramíneas (5% a 10%), diluindo proporcionalmente os demais substratos. Esta mistura

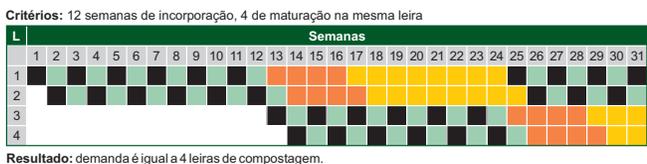
proporciona boa estruturação e aeração das leiras de compostagem, boa capacidade de absorção dos dejetos e boa disponibilidade de carbono lábil para um processo de compostagem eficiente. Digite nos campos correspondentes a proporção de cada material na mistura de substrato a ser utilizada na unidade de compostagem. O sistema calcula automaticamente a demanda de cada material para a mistura de substrato e massa a ser adicionada em cada leira de compostagem. No final da janela, clique no botão “Anterior” para retornar e editar os formulários da janela anterior ou clique no botão “Próximo” para avançar.

Na terceira janela e etapa do processo, o usuário deve informar como será o manejo das leiras de compostagem. Selecione no menu correspondente a duração da etapa de incorporação dos dejetos nas leiras de compostagem (8 a 24 semanas). A seguir, selecione a duração da etapa de maturação do composto (4 a 12 semanas). Informe se a etapa de maturação é realizada na mesma leira onde foi feita a incorporação dos dejetos no menu seguinte. Por fim, se a maturação NÃO é realizada na mesma leira onde foi feita a incorporação, informe no menu seguinte se será utilizada uma leira de maturação ou se a maturação será feita fora da unidade de compostagem. Passe o mouse sobre o ícone  para mais informações sobre a leira de maturação.

Para exemplificar o impacto das opções anteriores no dimensionamento da unidade de compostagem, veja o exemplo da Figura 17. A etapa de incorporação dos dejetos nas leiras de compostagem exige no mínimo duas leiras que receberão os dejetos de forma alternada semanalmente. Enquanto uma das leiras recebe aplicações de dejetos com revolvimento para sua incorporação durante uma semana, a outra leira recebe apenas revolvimentos para acelerar a evaporação de água da mistura de substrato e dejetos. Na semana seguinte, inverte-se o procedimento entre as leiras. Caso o usuário faça a maturação do composto na mesma leira onde foram incorporados os dejetos, há que se duplicar a quantidade de leiras na unidade de compostagem para que estas possam continuar recebendo dejetos na fase de incorporação, enquanto que as duas leiras anteriores passam pela fase de maturação onde não ocorrem aplicações de dejetos. Caso a opção seja pelo uso de uma leira de maturação, a demanda será de apenas uma leira adicional às duas leiras necessárias para a fase de incorporação dos dejetos. Assim, a leira de maturação é uma terceira leira na unidade de compostagem que receberá

o material das demais leiras para que seja conduzida a etapa de maturação do composto, liberando espaço nas demais leiras para troca de substrato e reinício da incorporação dos dejetos. Finalmente, se a fase de maturação for realizada fora da unidade de compostagem, a demanda será de apenas duas leiras para incorporação dos dejetos. Neste caso, ao final da fase de incorporação, o material deve ser rapidamente removido e transportado para um local coberto onde será realizada a fase de maturação.

Exemplo de cronograma semanal de operação da unidade de compostagem



- Legenda:**
- L (1...n) Leiras instaladas na unidade de compostagem, pode se referir a leiras individuais ou a um conjunto de leiras
 - Incorporação dos dejetos com revolvimento da leira
 - Revolvimento da leira sem incorporação de dejetos
 - Maturação com revolvimento da leira (+ indica que esta leira recebeu composto de outra leira para maturação)
 - Intervalo para remoção do composto e reposição do substrato

Ilustração: Geordano Dalmédico

Figura 17. Exemplos de operação de unidades de compostagem de dejetos. Esta figura está disponível no SGAS, para acessá-la clique em “Exemplo de cronograma semanal de operação da unidade de compostagem”, logo acima da primeira tabela de resultados do dimensionamento da unidade de compostagem.

Por fim, na última janela, o usuário deve selecionar, nos quatro últimos menus, os dados referentes ao equipamento de compostagem, a saber: largura útil e altura útil (metros), velocidade de deslocamento do equipamento (metros por minuto) e número de aplicadores (pontos de saída do dejetos). Informe a seguir a borda livre a ser dimensionada em cada leira de compostagem. Esta borda é a área útil necessária para manejo do equipamento de

compostagem (troca de leiras, etc.). Por fim, selecione o número de leiras que operarão em conjunto na unidade de compostagem. Esta última opção visa reduzir o comprimento das leiras de compostagem, caso estas sejam dimensionadas com tamanho excessivo. Quando for dimensionar a unidade de compostagem pela primeira vez, selecione apenas uma leira neste menu (leiras não operarão em conjunto). Verifique o comprimento projetado para a leira de compostagem e, se for o caso, retorne para modificar este valor. Por exemplo, a opção pelo uso de duas leiras operando em conjunto duplicará o número de leiras na unidade de compostagem e reduzirá proporcionalmente o comprimento útil das leiras. Outra opção para se reduzir o comprimento das leiras é aumentar a largura e a altura úteis do equipamento de compostagem, caso existam estas opções no mercado.

Na parte inferior da janela, clique no botão “Anterior” para retornar e editar os formulários das janelas anteriores ou clique no botão “Salvar compostagem” para avançar e armazenar os dados no SGAS. A tela de dimensionamento da unidade de compostagem será atualizada com os resultados do dimensionamento (Figura 18).

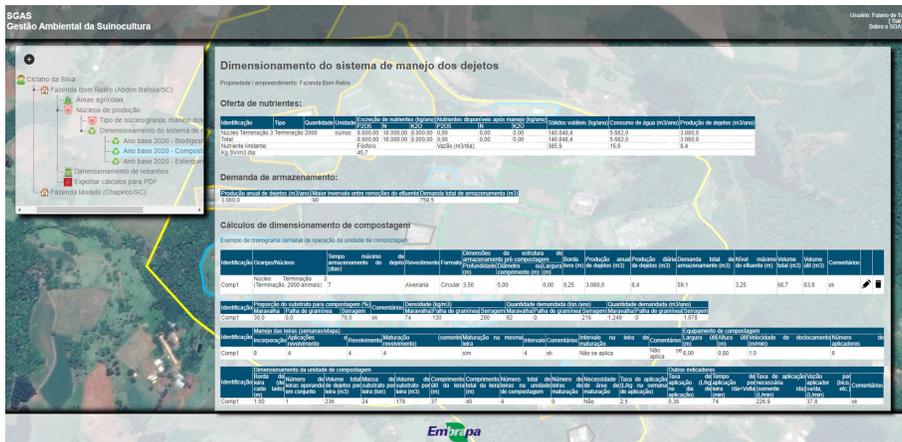


Figura 18. Tela do SGAS exibindo funcionalidade de dimensionamento de unidade de compostagem de dejetos.

Fonte: Software de Gestão Ambiental da Suinocultura (SGAS).

Os resultados do dimensionamento da unidade de compostagem estarão dispostos em quatro tabelas. Na primeira tabela, estará listado o nome da unidade de compostagem e núcleos de produção a que esta unidade atenderá para tratamento dos dejetos, assim como os resultados do dimensionamento do tanque de armazenamento dos dejetos pré-compostagem, incluindo: tempo máximo de armazenamento, revestimento, formato e dimensões do tanque (profundidade, diâmetro ou comprimento, largura e borda livre), produção anual e diária de dejetos na granja (recuperados do dimensionamento do rebanho), demanda total de armazenamento pré-compostagem, nível máximo do efluente no tanque, volume total e volume útil do tanque de armazenamento. Caso o volume útil do tanque seja menor do que a demanda total de armazenamento pré-compostagem, o sistema informará a mensagem “O volume útil é menor do que a demanda total de armazenamento pré-compostagem”. Neste caso, o usuário deve redimensionar o tanque, clicando no botão  na mesma linha da tabela. Caso contrário, o comentário do sistema será “OK”, indicando que o tanque foi dimensionado corretamente. De qualquer maneira, o usuário deve verificar se o volume útil do tanque não está superestimado, gerando ociosidade. Neste caso, revise o dimensionamento. Na mesma linha da tabela, também consta o botão  que serve para excluir o dimensionamento de toda a unidade de compostagem. No caso de exclusão, o usuário deverá confirmar a operação. As informações excluídas não poderão ser recuperadas.

Na segunda tabela, constam os dados referentes à demanda anual de substrato na unidade de compostagem, conforme a taxa máxima de incorporação de dejetos e a mistura de materiais escolhidas pelo usuário. O SGAS retornará os dados de proporção de cada material na mistura de substratos. Caso o usuário tenha determinado o uso de mais de 30% de serragem ou palha e mais de 70% de serragem na mistura, a mensagem do sistema será “A mistura de substratos deve permitir boa aeração da leira e capacidade de absorção de líquidos sem escorrimento de chorume. Recomenda-se o uso de até 70% de serragem e até 30% de maravalha, palha ou outros resíduos”. Caso a mistura esteja dentro das faixas recomendadas, a mensagem será “OK”, indicando que a mistura foi formulada de acordo com os parâmetros estipulados previamente no sistema. Na mesma tabela, o SGAS informa ainda os dados de densidade (média, em base úmida) e a quantidade de cada material (massa e volume) que serão demandados na unidade de compostagem por

ano. Esta informação será útil para planejamento da demanda de substrato e operação da unidade de compostagem.

Na terceira tabela, o sistema retorna os dados cadastrados quanto ao manejo das leiras e do equipamento de compostagem. O primeiro valor é referente ao período total de incorporação de dejetos nas leiras de compostagem (semanas) que foi determinado pelo usuário. Este período de incorporação é então dividido no número de semanas que cada leira receberá incorporação de dejetos e no número de semanas que a leira receberá apenas revolvi-mentos, valores estes apresentados nas duas colunas seguintes. Na quarta coluna, o SGAS retorna o número de semanas de maturação determinado pelo usuário e informa se a maturação do composto será realizada nas mesmas leiras onde foram realizadas a etapa de incorporação dos dejetos. Caso positivo, o SGAS calcula e retorna na coluna seguinte o intervalo de uso das leiras de compostagem (em semanas), previsto para remoção do composto maturado e troca do substrato. Caso este intervalo seja inferior a duas semanas, o sistema retornará alerta de que o intervalo é insuficiente: “Sugere-se um intervalo de pelo menos 2 semanas para remoção do composto pronto e reposição do substrato na leira”. Caso o período de incorporação de dejetos seja menor do que o período de maturação, o sistema também retorna alerta na mesma coluna identificando o erro: “Erro: o período de incorporação deve ser maior que o período de maturação”. Caso ambas as condições estejam satisfeitas, o comentário nesta coluna será “OK”. Se o usuário optou por utilizar uma leira de maturação, o sistema calculará na coluna “Intervalo na leira de maturação” o tempo em semanas que haverá de intervalo para remoção do composto maturado nesta leira. O controle do tempo mínimo de intervalo é o mesmo relatado anteriormente, cujos comentários serão exibidos na coluna seguinte. Caso o usuário não tenha determinado o uso de leira de maturação, ambas as colunas anteriores exibirão a mensagem “Não se aplica”. As demais colunas desta tabela retornam os dados cadastrados do equipamento de compostagem: largura e altura úteis, velocidade de deslocamento e número de aplicadores.

Na última tabela, constam os resultados de dimensionamento das leiras de compostagem, incluindo a borda livre de cada lado das leiras na primeira coluna da tabela e a seguir o número de leiras operando em conjunto, o volume total de dejetos que devem ser aplicados por leira, além da massa e volume

de substrato a ser alocado por leira para a fase de incorporação dos dejetos. Nas colunas seguintes, o SGAS retorna o comprimento útil projetado para a leira de compostagem, assim como o comprimento total acrescido pelas bordas nos dois lados, o número total de leiras na unidade de compostagem e o número de leiras de maturação. Caso o comprimento das leiras seja excessivo, edite a unidade de compostagem conforme orientação anterior modificando o número de leiras operando em conjunto ou largura e altura útil do equipamento de compostagem, caso viável. Caso o usuário tenha optado por realizar a maturação do composto fora da unidade de compostagem, a necessidade de uma área externa para maturação do composto será indicada na coluna a seguir.

Nas últimas colunas, estão registrados outros indicadores úteis para dimensionamento e operação da unidade de compostagem, a saber: taxa de aplicação de dejetos semanal e diária na fase de incorporação (litros de dejetos por quilo de substrato), tempo de aplicação por leira (tempo de ida e volta do equipamento em minutos), taxa de aplicação em litros por minuto (somente ida do equipamento) e vazão por aplicador do equipamento em litros por minuto. Ainda na última coluna, o SGAS faz o controle da taxa máxima de aplicação de dejetos por semana durante a fase de incorporação. Satisfeitos todos os controles de qualidade desta funcionalidade (dimensionamento do tanque de armazenamento de dejetos pré-compostagem, mistura de substratos, manejo e dimensionamento das leiras), a unidade de compostagem estará corretamente dimensionada.

Relatório do projeto ambiental

Finalizado o projeto de gestão ambiental da propriedade rural, o usuário poderá gerar um relatório em PDF com todos os dados registrados no SGAS. Para tanto, clique no item “Exportar cálculos para PDF”, identificado pelo ícone  e vinculado a uma propriedade na árvore de informação do painel de controle. Na tela seguinte, o usuário deverá selecionar entre as opções disponíveis no menu correspondente (Figura 19). Estes serão identificados pelo ano de referência, que será o mesmo vinculado no momento do cadastro das análises de solo e planejamento agrícola dos talhões, tipos de granjas e sistema de manejo de dejetos, dimensionamento de rebanhos e dimensionamento

dos sistemas de manejo dos dejetos. Ao lado do ano de referência, também constará o nome ou código identificador do projeto e data da última modificação do projeto, ambos definidos na tela de dimensionamento de rebanhos.

O relatório incluirá todos os dados utilizados no projeto. Isto inclui os valores e a interpretação dos resultados das análises de solo, o planejamento agrícola e o calendário de aplicação de dejetos nos talhões agrícolas utilizados nesta funcionalidade para determinação da demanda de nutrientes na propriedade rural. Além disto, serão inclusas todas as granjas ou núcleos de produção com respectivos sistemas de manejos de dejetos que também foram selecionados para determinação da oferta de nutrientes na funcionalidade de dimensionamento de rebanhos em questão. Finalmente, no PDF serão publicados os resultados de dimensionamento das estruturas de armazenamento de dejetos, biodigestores e estruturas de armazenamento do digestato ou unidade de compostagem cadastrados no cálculo de dimensionamento de rebanhos selecionado. Para gerar o relatório em PDF, clique no botão “Gerar arquivo PDF”. Este arquivo será exibido em uma nova aba ou janela do seu navegador de internet. Imprima ou salve o arquivo em seu computador ou dispositivo de armazenamento.



Figura 19. Tela dos SGAS com a funcionalidade para gerar relatório do projeto ambiental em PDF.

Fonte: Software de Gestão Ambiental da Suinocultura (SGAS).

Serviço de atendimento ao usuário e licenciamento do SGAS

O SGAS está disponível através do endereço www.cnpsa.embrapa.br/sgas/ para os usuários finais do sistema. O serviço de atendimento ao usuário é oferecido através do e-mail cnpsa.sgas@embrapa.br, para resolução de dúvidas e relatos de problemas. Treinamentos presenciais ou on-line também podem ser demandados pelo mesmo endereço.

A Embrapa também oferece o licenciamento gratuito do SGAS para os órgãos ambientais de todo o território nacional para uso do sistema como ferramenta de apoio ao licenciamento ambiental da suinocultura, mediante contrato de cooperação técnica. Consultas sobre contratos de cooperação técnica ou transferência de tecnologia também podem ser realizadas por e-mail.

Referências

- AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; PUJOL, S. B.; NICOLOSO, R. da S.; CORRÊA, J. C. Aproveitamento dos dejetos de suínos e bovinos como fertilizantes: impactos ambientais e estratégias de mitigação. In: PALHARES, J. C. P.; GLEBER, L. (Ed.). **Gestão ambiental na agropecuária**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. v. 2. p. 199-282.
- ECCO, M.; ANDREI, M.; MASSIN G, R.; BRASIL, C. S.; BORSOI, A.; EBLING, G. H. Uso de rejeitos da suinocultura em cultivo de soja no Oeste Catarinense. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 9, n. 4, p. 119–127, 2019.
- FATMA. Instrução normativa nº 11. **Suinocultura**. Florianópolis: Fundação do Meio Ambiente, 2014. Disponível em: <<https://www.ima.sc.gov.br/index.php/downloads/licenciamento-ambiental/instrucoes-normativas-1/in11/2572-in11-suinocultura>>. Acesso em: 19 ago. 2020.
- GATIBONI, L. C.; NICOLOSO, R. da S.; MUMBACH, G. L.; SOUZA JÚNIOR, A. A de; DALL'ORSOLETTA, D. J.; EUGÊNIO, S. D.; SMYTH, T. J. Establishing environmental soil phosphorus thresholds to decrease the risk of losses to water in soils from Rio Grande do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 44, e0200018, 2020. DOI: <https://doi.org/10.36783/18069657rbcS20200018>
- GATIBONI, L. C.; SMYTH, T. J.; SCHMITT, D. E.; CASSOL, P. C.; OLIVEIRA, C. M. B. Limites críticos ambientais de fósforo no solo para avaliar seu risco de transferência para águas superficiais no estado de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 1225–1234, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/01000683rbcS20140461>.
- GATIBONI, L. C.; SMYTH, T. J.; SCHMITT, D. E.; CASSOL, P. C.; OLIVEIRA, C. M. B. **Proposta de limites críticos ambientais de fósforo para solos de Santa Catarina**. Lages: UDESC/CAV, 2014. (Boletim Técnico, 38).

GRAVE, R. A.; NICOLOSO, R. da S.; CASSOL, P. C.; AITA, C.; CORREA, J. C.; DALLA COSTA, M.; FRITZ, D. D. Short-term carbon dioxide emission under contrasting soil disturbance levels and organic amendments. **Soil & Tillage Research**, v. 146, p. 184-192, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2014.10.010>

GRAVE, R. A.; NICOLOSO, R. da S.; CASSOL, P. C.; SILVA, M. L. B. da; MEZZARI, M. P.; AITA, C.; WUADEN, C. R. Determining the effects of tillage and nitrogen sources on soil N₂O emission. **Soil & Tillage Research**, v. 175, p. 1-12, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2017.08.011>

KONZEN, E. A. **Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 3 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 31).

MANUAL de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul - Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 400 p.

MANUAL de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 11. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC, 2016. 376 p.

OLIVEIRA, P. A. V. de; BARROS, E. C.; SANTOS FILHO, J. I. dos; SCHELL, D. R.; TURMINA, L. P. **Dimensionamento de unidade de compostagem automatizada para tratamento dos dejetos suínos**. 2. ed. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2017. 36 p. 1 Cartilha

OLIVEIRA, P. A. V. de; SILVA, A. P. da, Dimensionamento e construção de sistemas de armazenamento de dejetos líquidos, In: OLIVEIRA, P. A. V. de (Coord.). **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos**: manual de boas práticas. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. p. 31-42.

ROCHA JÚNIOR, P. R. da; PIRES, F. R.; LIMA, M. M.; MENEZES, J. F. S.; VIANA, D.G. How does pig slurry fertilization influence percolated water and runoff erosion? A study of the soybean cycle in Brazilian Cerrado soil. **Catena**, v 157, p. 205-212, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2017.05.011>

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável. Conselho Estadual do Meio Ambiente. Resolução CONSEMA nº 143, de 1º de novembro de 2019. Define critérios para o licenciamento ambiental e monitoramento das atividades relativas à suinocultura. Diário Oficial do Estado de Santa Catarina, 12 de dez. 2019. Disponível em: <<http://www.sde.sc.gov.br/index.php/biblioteca/consema/legislacao/resolucoes/1242-resolucao-consema-n-143-2019/file>>. Acesso em: 18 ago. 2020.

SMANHOTTO, A.; SAMPAIO, S. C.; DAL BOSCO, T. C.; PRIOR, M.; SONCELA, R. Nutrients behavior from the association pig slurry and chemical fertilizers on soybean crop. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 56, n. 5, p. 723-733, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-89132013000500003>.

SOUZA, J. C. P. V. B.; OLIVEIRA, P. A. V. de; TAVARES, J. M. R.; BELLÍ FILHO, P.; ZANUZZI, C. M. das S.; TREMEA, S. L.; PEIKAS, F.; SQUEZZATO, N. C.; ZIMMERMANN, L. A.; SANTOS, M. A.; AMARAL, N. do. **Gestão da água na suinocultura**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2016. 32 p. 1 cartilha.

Anexo I

Tabela A1. Somatório das médias de precipitação e evaporação registradas nos quatro meses sequenciais com maior balanço hídrico a partir da série histórica de estações meteorológicas instaladas em municípios dos Estados do Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Estado	Município	Σ Precipitação	Σ Evaporação	Balanço (P-E)	Período
		----- mm -----			
MT ¹	Cáceres	799,0	291,7	507,2	Dez/Mar
	Canarana	1.186,3	246,1	940,1	Dez/Mar
	Cuiabá	899,9	396,8	503,1	Dez/Mar
	Diamantino	1.087,5	281,9	805,5	Dez/Mar
	Gleba Celeste	1.153,5	257,7	895,8	Dez/Mar
	Matupá	1.207,9	286,0	921,9	Dez/Mar
	Nova Xavantina	918,4	265,5	652,9	Dez/Mar
	Padre Ricardo Remetter	746,7	353,3	393,4	Dez/Mar
	Poxoréo	1.080,7	310,3	770,4	Dez/Mar
	Rondonópolis	834,1	379,3	454,8	Dez/Mar
	São José do Rio Claro	1.095,1	244,1	851,0	Dez/Mar
PR ¹	Campo Mourão	704,7	404,7	300,0	Dez/Mar
	Castro	611,1	247,9	363,2	Dez/Mar
	Curitiba	645,8	285,4	360,4	Dez/Mar
	Iratí	571,5	301,5	270,1	Jan/Abr
	Ivaí	593,2	313,4	279,8	Dez/Mar
	Londrina	784,2	370,1	414,1	Nov/Fev
	Maringá	755,8	441,1	314,8	Dez/Mar
	Paranaguá	1.144,7	330,0	814,7	Dez/Mar
RS ¹	Bagé	519,6	295,1	224,6	Abr/Jul
	Bento Gonçalves	624,3	353,0	271,3	Jul/Out
	Bom Jesus	617,0	245,3	371,7	Jul/Out
	Caxias do Sul	654,4	354,9	299,5	Jul/Out
	Cruz Alta	620,7	357,5	263,2	Jul/Out
	Encruzilhada do Sul	575,0	242,7	332,3	Jul/Out
	Lagoa Vermelha	618,1	356,8	261,3	Jul/Out
	Passo Fundo	680,3	427,1	253,2	Jul/Out
	Pelotas	428,6	223,9	204,7	Mai/Ago

Estado	Município	Σ Precipitação	Σ Evaporação	Balanco (P-E)	Período
RS ¹	Porto Alegre	521,4	201,5	319,9	Jun/Set
	Rio Grande	410,5	245,5	164,9	Mai/Ago
	São Luiz Gonzaga	547,0	229,8	317,2	Abr/Jul
	Santa Maria	429,2	221,6	207,6	Mai/Ago
	Santa Vitória do Palmar	449,4	221,6	227,8	Abr/Jul
	Santana do Livramento	594,2	303,5	290,7	Abr/Jul
	Torres	570,9	284,5	286,4	Jan/Abr
	Uruguaiana	539,7	288,4	251,3	Fev/Mai
SC ²	Araranguá	512,2	288,2	224,0	Jun/Set
	Caçador	554,9	324,2	230,6	Jul/Out
	Campos Novos	681,6	327,0	354,6	Abr/Jul
	Chapecó	671,3	344,8	326,4	Abr/Jul
	Curitibanos	565,8	334,2	231,6	Abr/Jul
	Itá	700,4	328,7	371,7	Jun/Set
	Itajaí	724,9	467,0	257,9	Jan/Abr
	Ituporanga	591,7	312,1	279,6	Jul/Out
	Lages	597,0	338,7	258,3	Jul/Out
	Major Vieira	565,3	271,9	293,4	Jul/Out
	Ponte Serrada	872,7	557,7	315,0	Abr/Jul
	Rio Negrinho	624,9	323,4	301,5	Jul/Out
	São Joaquim	630,4	359,5	270,9	Jul/Out
	São José	789,8	407,3	382,5	Dez/Mar
	São Miguel do Oeste	714,3	393,6	320,7	Mar/Jun
	Siderópolis	1.517,9	540,9	977,0	Dez/Mar
	Videira	783,8	495,1	288,6	Abr/Jul
Xanxerê	557,7	224,5	333,2	Jul/Out	
Urussanga	685,0	443,3	241,7	Dez/Mar	

¹ Fonte: Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa, INMET.

² Fonte: Epagri/Ciram.



Suínos e Aves



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL