AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DA INSERÇÃO DE SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA EM BATERIAS EM UNIDADES PROSSUMIDORAS, PARA FINS DE CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA

Fernando André Cossengue Caiavi

Matrícula: 202103927

Pré-Projeto de Mestrado submetido ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do grau de mestre em Engenharia Elétrica.

Orientadora: Prof. ª Helena Flávia Naspolini, Dr.ª Eng.ª

Florianópolis, setembro de 2021

Sumário

1. Sobre o Plano de Atividades a ser realizado 3

a) Tema previsto para dissertação 3

b) Objetivos 3

c) Justificativa para escolha do tema 3

d) Caracterização do problema a ser pesquisado 5

e) Materiais e métodos 6

2. Revisão bibliográfica 6

2.1 Principais papeis dos sistemas de armazenamento de energia (ESS) na geração distribuída 6

2.1.1 A arbitragem de energia e o fornecimento de potência 7

2.1.2 Serviços ancilares 7

2.2 Estado da arte sobre armazenamento e serviços ancilares em GD 9

3 Cronograma do projeto 11

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 12

1. Sobre o Plano de Atividades a ser realizado

a) Tema previsto para dissertação

Avaliação técnica e econômica da inserção de sistemas de armazenamento em baterias (BESS) em unidades prossumidoras (UPs), para fins de correção do fator de potência (FP).

b) Objetivos

Geral:

Avaliar a viabilidade técnica e a atratividade financeira da inserção de BESS em UPs, para fins de correção do FP.

Específicos:

1. Levantar o recurso solar no local da UP;

2. Levantar, para dias típicos de semana e de final de semana, através da memória de massa da UP, perfis de demanda e de energia, tanto no horário de ponta como fora deste, para auxiliar à tomada de decisões no que diz respeito à operação do BESS, visando à correção do FP da UP;

2. Definir a operação do BESS para corrigir o FP da UP.

3. Comprovar através de medições realizadas por distintos medidores bidirecionais instalados na entrada de energia da UP, na geração FV, no BESS, no ônibus elétrico e junto às demais cargas da UP (iluminação e ar condicionado), uma das funcionalidades do BESS, ou seja, dar suporte à qualidade do suprimento de energia (serviços ancilares), no que diz respeito à correção do FP da UP.

4. Avaliação da atratividade financeira da inserção de BESS na UP, para fins de correção do FP.

---

c) Justificativa para escolha do tema

Existem crescentes preocupações sobre os impactos ambientais dos combustíveis de natureza fóssil e também sobre a capacidade e resiliência das redes elétricas. Sendo

assim, a atenção de engenheiros e legisladores tem se voltado para soluções de armazenamento de energia. A intermitência das energias solar e eólica pode ser mitigada com o armazenamento, e este ainda pode responder com rapidez à grandes flutuações de demanda de energia, o que faz com que a rede opere com maior agilidade, evitando-se, assim, a construção de novos sistemas de backup (EESI, 2021).

Várias são as formas de armazenamento de energia, e, dentre estas, destaca-se o armazenamento de energia em baterias eletroquímicas. Por possuírem resposta instantânea e por sua versatilidade, flexibilidade operacional e locacional, essas baterias são potenciais candidatas para o setor elétrico brasileiro. A flexibilidade desses sistemas é de destaque excepcional, pois permite a realização de vários serviços à rede, como backup, arbitragem e compensação entre as gerações em questão (eólica ou solar, por exemplo), melhorando a penetração de tais fontes, o que reduz a emissão de gases de efeito estufa (EPE, 2021).

Entende-se que as aplicações dos sistemas de armazenamento não são direcionadas somente ao setor elétrico, mas também ao setor de transportes, como é o caso dos carros elétricos (Silva e Edson, 2016). A tecnologia de veículos elétricos associada a um sistema de armazenamento com geração fotovoltaica é, de longe, um diferencial importante para a solução de questões ecológicas e constitui uma necessidade energética emergente. Veículos elétricos podem servir de armazenadores de energia e também podem dar resposta à demanda elétrica, convertem a eletricidade de forma eficiente e, ao transportarem passageiros de um lugar para outro, reduzem as emissões de gases de efeito estufa quando tecnologias de baixo carbono são utilizadas para gerar a eletricidade consumida por eles (Dallinger, 2014).

O casamento entre veículos elétricos e armazenamento com geração limpa constitui grande desafio para a mitigação das mudanças climáticas pelo mundo (Dallinger, 2014). Segundo (Dallinger et. Al, 2013), no seu artigo sobre simulações de estudos para solução de energia flutuante na rede, a tecnologia de veículos elétricos para a rede poderá vir a facilitar a integração das redes elétricas, um motivador a mais para a proposta de um projeto que vise a solução de questões inerentes a veículos elétricos, armazenamento e energias renováveis.

Este projeto visa observar os potenciais resultados que advêm da interação entre um sistema de armazenamento de baterias íons-lítio e uma fonte de geração fotovoltaica

de uma UP que possui um ônibus elétrico como carga principal; assim, a tecnologia utilizada para gerar a energia utilizada pelo veículo, é uma energia limpa, o que torna a abordagem ecologicamente mais significativa. Questões como arbitragem de energia, controle de demanda, segurança e disponibilidade da rede e serviços ancilares, serão retratadas no decorrer de suas páginas, tendo como abordagem principal o fornecimento de serviços ancilares quanto à correção do FP das cargas da UP.

---

d) Caracterização do problema a ser pesquisado

Os homens do paleolítico buscavam resolver o problema do armazenamento de energia através da renderização de gordura animal. Assim, por meio de tochas, eles acendiam suas lâmpadas e mantinham a energia luminosa nas horas necessárias (PRESSLEY, 1996). Hoje em dia, a indústria do armazenamento evoluiu os seus sistemas para que se adaptem às evoluções tecnológicas atuais, garantindo, assim, que as intermitências das energias sejam mitigadas. Atualmente, a capacidade de armazenamento de energia solar ronda em torno de apenas 2% da capacidade elétrica, onde 99% dos 2% são concernentes ao armazenamento por bombeamento hidráulico (Zareipour, 2015).

Os dados indicam que o problema do armazenamento de energia elétrica ainda não é uma questão consolidada, mas as pesquisas apontam que essas tecnologias apresentam impactos consideráveis na exploração dos recursos energéticos em funcionalidades de unificação, distribuição e ampliação da capacidade dos sistemas de geração distribuída (GD) (Farret e Simões, 2006), constituindo assim um horizonte aberto para novas pesquisas.

O presente projeto irá abordar os impactos das funcionalidades operacionais de um sistema de armazenamento localizado em uma UP com minigeração fotovoltaica e veículo elétrico. Localizada em Florianópolis-SC, Brasil, a UP intitulada Fotovoltaica UFSC (FV-UFSC), possui minigeração solar fotovoltaica de 105 kWp. Sua carga é constituída por sistemas de iluminação à LED, aparelhos de ar condicionado com alta eficiência energética, veículos elétricos (destacando-se um ônibus elétrico que, no país, é o único 100% à bateria e que é recarregado com energia solar fotovoltaica (FV-UFSC, 2021)). Visando progressos na expansão das engenharias de armazenamento, o presente projeto é de carácter inovador pois aborda um tema que interliga geração fotovoltaica, armazenamento e veículos elétricos.

Arbitragem de energia, controle de demanda, segurança e disponibilidade da rede e serviços ancilares, são questões operacionais que afetam diretamente o desempenho dos sistemas de energia. Uma vez que o armazenamento de energia pode ser muito útil para a integração das fontes de geração, essas questões serão abordadas na UP de acordo com os resultados operacionais obtidos em funcionamento de 1 (um) ano.

e) Materiais e métodos

A metodologia a ser desenvolvida buscará, a partir do recurso solar disponível no local da edificação, definir a melhor operação do BESS visando corrigir o FP de uma UP constituída por fontes fotovoltaicas, sistemas de iluminação, ar condicionado e veículos elétricos, alimentada em média tensão, e assim, evitar multas por excedente de reativos aplicadas pela concessionária de energia elétrica.

Os dados serão adquiridos através de distintos medidores bidirecionais instalados na entrada de energia da UP, na geração FV, no BESS, no ônibus elétrico e junto às demais cargas da UP (iluminação e ar condicionado). Valores medidos do FP da UP após a instalação do BESS serão comparados com valores medidos do FP da UP antes da instalação do BESS para avaliar os impactos de sistemas de armazenamento em baterias de íons de lítio sobre o FP da UP.

---

2. Revisão bibliográfica

Tratando-se das funcionalidades dos sistemas de armazenamento (ESS) na geração de energia, faz-se necessário que tais funcionalidades sejam aqui descritas acompanhadas das normas regulatórias vigentes, quando necessário. A secção segue com a apresentação de alguns trabalhos que se referiram ao tema para dar uma breve visão sobre o estado da arte.

2.1 Principais papeis dos sistemas de armazenamento de energia (ESS) na geração distribuída

A Tabela 1 fornece uma relação dos principais serviços e benefícios que os sistemas de armazenamento podem fornecer aos sistemas de potência.

Tabela 1 - Serviços e benefícios do armazenamento de energia aos sistemas de potência

	Categorias				
	Serviços de energia em massa	***Serviços Auxiliares***	***Infraestrutura de transmissão***	***Infraestrutura de distribuição***	***Gerenciamento energético do consumidor***
Serviços	Arbitragem	Arbitragem Regulação de frequência	Adiamento de atualização no sistema de transmissão	Adiamento de atualização no sistema de distribuição	Qualidade da energia
		Reservas			Confiabilidade da energia
		Suporte de tensão	Alívio em momentos de congestionamento	Suporte de tensão	Energia em varejo (Arbitragem)
	Fornecimento de potência	*Black-start*			Gestão da demanda
		Rastreamento de carga			

Fonte: Silva e Edson (2016)

2.1.1 A arbitragem de energia e o fornecimento de potência

A arbitragem de energia e o fornecimento de potência são os serviços mais importantes oferecidos pelos sistemas de armazenamento. As categorias relacionadas a estes serviços são: serviços ancilares, infraestrutura de transmissão, infraestrutura de distribuição e gerenciamento energético do consumidor.

2.1.1.1 A arbitragem de energia

A arbitragem de energia, relacionada ao termo inglês "*time shifting*", refere-se à escolha do tempo certo para o descarregamento de energia na rede de distribuição, onde o prossumidor conserva a energia em períodos de baixo custo e descarrega em períodos de altos custos (Atteya, I. et al, 2016).

2.1.1.2 O fornecimento de potência

Por sua vez, o fornecimento de potência, sendo o principal serviço do armazenamento, consiste na confiabilidade e na continuidade do fornecimento de energia. Esta funcionalidade é de extrema importância pois, sendo que as energias renováveis são vistas como recursos alternativos por possuírem incertezas dependentes de fatores climáticos, tais recursos constituem um grande desafio para os sistemas de geração; desta forma, as tecnologias de armazenamento garantem o armazenamento da energia quando disponível e a utilização desta quando for necessária (Atteya, I. et al, 2016).

2.1.2 Serviços ancilares

Várias definições têm sido utilizadas para a caracterização dos serviços ancilares: Kirby e Hirst caracterizam os serviços ancilares como sendo as funções desempenhadas pelos equipamentos e pessoas que geram, controlam, transmitem e distribuem eletricidade para apoiar os serviços básicos de capacidade de geração, fornecimento e entrega de energia (KIRBY e HISRT, 1996); segundo (ALVARADO, 1996), serviços ancilares são os serviços necessários ao funcionamento de uma rede eléctrica e que, pelo menos em princípio, podem ser prestados por terceiros; Em (Costa, 2004) define-se serviços ancilares como sendo os recursos e ações que garantem a continuidade do fornecimento, a segurança do sistema e a manutenção dos valores de frequência e tensão. Outras definições podem ser encontradas em (INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (INEE), 2006; SOUZA e DECKER, 2002).

Neste projeto será adotada a seguinte definição: "serviços ancilares são serviços necessários para garantir que o sistema elétrico interligado seja operado de uma maneira que forneça um nível satisfatório de serviço com níveis aceitáveis de tensão e frequência." (ELECTRIC UTILITIES ACT, 2021).

A regulação vigente estabelece quatro tipos de serviços ancilares: controle primário e secundário de frequência das usinas, suporte de potência reativa, auto restabelecimento (Black start) e o Sistema Especial de Proteção - SEP (ONS, 2017). O presente projeto foca no manejo de reativos para melhorar o fator de potência das cargas da UP, assim os serviços ancilares em questão estão relacionados ao suporte de potência reativa.

2.1.2.1 Regulação de potência reativa no Brasil e o Fator de Potência

Um indicador amplamente utilizado pela literatura especializada para monitorar a potência reativa de uma carga é o Fator de Potência, fator este que pode ser calculado pela relação entre PL e QL conforme a Equação (1), onde PL e QL representam as potências ativa e reativa das cargas alimentadas por uma corrente alternada, respectivamente (W. Hofmann et al., 2012 & Da Silva Benedito et al., 2020).

$$FP = \frac{P_L}{\sqrt{P_L^2 + Q_L^2}} \quad (1)$$

Um excesso de cargas indutivas no sistema leva à diminuição do FP, e isso traz, como consequência, problemas como, por exemplo, perdas elétricas e altos valores na

tarifa de energia. Agentes de distribuição e consumidores de grande porte se responsabilizam pela correção do FP através da compensação de potência reativa no sistema (CHARLES K, 2013).

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) é o órgão responsável pela regulação dos agentes de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica e, por suas atribuições, a agência estabelece no módulo 8 dos Procedimento de Distribuição (PRODIST) as normas e padrões dos indicadores de qualidade. No módulo 3.2.1 do PRODIST está disposto que no ponto de conexão comum (PCC) entre a distribuidora e a UP ou mesmo entre distribuidoras, o FP deve estar em 0,92 e 1,00, indutivo ou entre 1,00 e 0,92, capacitivo, conforme a regulamentação vigente (PRODIST – ANEEL, 2021). Os limites estipulados podem ser vistos no Quadro 1.

Quadro 1 - Limites estipulados pelos Procedimentos de Rede para fator de potência no ponto de conexão às instalações

Tensão nominal do ponto de conexão	Faixa de fator de potência
$Vn \geq 345$ kV	0,98 indutivo a 1,0
69 kV $\leq Vn <$ 345 kV	0,95 indutivo a 1,0
$Vn <$ 69 kV	0,92 indutivo a 1,0 0,92 capacitivo a 1,0

Fonte: ONS (2017)

Para este projeto, a tensão nominal no ponto de conexão entre a unidade consumidora intitulada Fotovoltaica/UFSC e a distribuidora CELESC é de 13, 8 kV.

2.2 Estado da arte sobre armazenamento e serviços ancilares em GD

Sistemas de armazenamento constituem uma ferramenta essencial para a integração da geração distribuída, permitindo também melhorias no oferecimento de serviços ancilares à rede. Vários pesquisadores têm se debruçado em torno do tema, propondo técnicas para o aperfeiçoamento desses serviços. Abaixo destacam-se estudos que indicam a situação das pesquisas em torno do tema.

Em seu artigo “Utilization of Battery Energy Storage Systems (BESS) in Smart Grid: A Review”, motivado pela incerteza do custo de combustíveis, pelo envelhecimento da rede existente, pela falta de capacidade das concessionárias para atender às crescentes demandas, dentre outras deficiências dos sistemas elétricos atuais que apelam para a

eminente introdução de novas tecnologias nos sistemas, Atteya et Al. (2016), para além de terem feito um levantamento dos requisitos de uma rede inteligente e discutirem os desafios operacionais na GD, tiveram como um dos objetivos classificar os ESS e explicar seu papel para concessionárias, consumidores e para o meio ambiente. Este é um estudo interessante para se entender o porquê a introdução dos ESS nos sistemas de energia deve ser importante para a reestruturação ou melhoria dos sistemas de energia elétrica.

Gustavo et al. (2020) fizeram uma avaliação sobre perfis de demanda, potência excedente injetada na rede elétrica e fator de potência da mesma UP em estudo neste trabalho. Para tal, recorreu-se à técnicas de medição da demanda e da energia excedente injetada na rede elétrica, registrada por medidor bidirecional de energia elétrica. Baixos valores de demanda reativa da UC foram observados em determinados períodos, e altos valores de fator de potência foram observados durante o carregamento do *e-bus* e também durante o período em que a injeção da potência ativa FV na rede da concessionária foi alta.

Caldeira (2020) propôs um estudo em torno da análise do fornecimento de serviços ancilares por um sistema de armazenamento de energia baseado em bateria em uma rede de distribuição, onde, dentre outros objetivos, visava-se suprir Serviços Ancilares ao sistema do estudo de caso, através do sistema composto por um conversor trifásico e um BESS, correção do fator de potência e a injeção de potência ativa no sistema em horários de ponta e horários de maior pico de demanda. Para tal, fez-se a análise da curva de carga do sistema de distribuição em estudo e com o estado de carga do sistema de armazenamento, onde foram definidos o período de ponta e fora de ponta em que a bateria seria carregada e descarregada. O estudo permitiu as análises do fator de potência e o gerenciamento da energia.

3 Cronograma do projeto

Especificamente, para este trabalho de pesquisa, decorrer-se-á a um processo que demandará um volume considerável de informações que serão obtidos por experimentos na UC, que demandarão tempo e esforço por parte do pesquisador. Pretende-se concluir a pesquisa dentro do tempo definido em cronograma (Ver o cronograma Quadro 2).

Quadro 2 – Cronograma para a realização do projeto

Etapas/Mês	jul/21	ago/21	out/21	fev/22	abr/22	jun/22	Ago/22	set/22	out/22	dez/20	jul/22
	ago/21	set/21	nov/21	mar/22	mai/22	jul/22	set/22	out/22	nov/22	dez/20	dez/22
Escolha do tema	X										
Levantamento bibliográfico	X	X	X	X							
Elaboração do anteprojeto	X	X									
Apresentação do anteprojeto		X									
Coleta de dados				X	X						
Análise dos dados						X	X				
Organização do roteiro/partes							X	X			
Redação do trabalho								X	X		
Revisão e redação final										X	
Entrega da dissertação										X	
Defesa da dissertação											X

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARADO, F.; 1996. Methods for Quatification of Ancillary Services in Electric Power Systems. In: SIMPÓSIO DE ESPECIALISTAS EM PLANEJAMENTO DA OPERAÇÃO E EXPANSÃO ELÉTRICA (5.: Maio 1996: Recife, Pernambuco) Anais. Pernambuco. P. 27-49.

Atteya, I.; Fahmi N.; Strickland, D.; Ashour H. Utilization of Battery Energy Storage Systems (BESS) in Smart Grid: A Review. RE&PQJ, Vol.1, No.14, May 2016, DOI: 10.24084/repqj14.489.

Caldeira, Carolina Albuquerque. Análise do Fornecimento de Serviços Ancilares por um Sistema de Armazenamento de Energia Baseado em Bateria em uma Rede de Distribuição / Carolina Albuquerque Caldeira. - João Pessoa, 2020. 85 f.

Charles K. Alexander e Matthew Sadiku, Fundamentos de Circuitos Elétricos, 5a ed. AMGH Editora Ltda, 2013.

COSTA, Andréa L.; 2004. Alocação Ótima Conjunta de Energia e Reservas Operativas Baseada em Fluxo de Potência Ótimo Dinâmico. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Brasil.

Da Silva Benedito, R., Zilles, R., & Pinho, J. T. (2021). Overcoming the power factor apparent degradation of loads fed by photovoltaic distributed generators. Renewable Energy, 164, 1364–1375. doi:10.1016/j.renene.2020.10.146

Dallinger, David, 2013. "The contribution of vehicle-to-grid to balance fluctuating generation: Comparing different battery ageing approaches," Working Papers "Sustainability and Innovation" S9/2013, Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (ISI).

Dallinger, D., Gerda, S., Wietschel, M. 2013. Integration of intermittent renewable power supply using grid-connected vehicles: a 2030 case study for California and Germany, Applied Energy, vol. 104, pp. 666-682.

ELECTRIC UTILITIES ACT. Statutes of Alberta, 2003, Chapter E-5.1. Alberta Queen’s Printer, 2021. Disponível em <https://www.qp.alberta.ca/documents/Acts/E05P1.pdf>. Acesso em 16 de set. de 2021.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE), 2021. Sistemas de Armazenamento em Baterias – Aplicações e Questões relevantes para o Planejamento. Disponível em: <Sistemas de Armazenamento em Baterias – Aplicações e Questões relevantes para o Planejamento (epe.gov.br)>. Acesso em: 26 de ago. de 2021.

FARRET, F.A.; Simões, M.G. (2006), Integration of Alternative Sources of Energy. John Wiley & Sons. University of Michigan. 504 p.

INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (INEE). Contribuição do instituto nacional de eficiência energética à audiência pública nº 010/2006 para alterar a resolução normativa nº 265/03 da ANEEL sobre os serviços ancilares. 2006.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA, 2019b. World Energy Investment 2019. May, 2019.

KIRBY, B.; HISRT, E.; 1996. Unbundling Electricity: Ancillary Services. IEEE Power Engineering Review, v. 16 n. 6 (Jun), p. 5-6.

ONS, "Submódulo 3.6 - Requisitos técnicos mínimos para a conexão às instalações de transmissão". 01-jan-2017.

ONS, "Submódulo 14.1 - Administração dos serviços ancilares: visão geral". 01-jan-2017.

PINTO, G. X. A.; SANTOS, D. O.; ABREU, J. P. F.; HIRASSAKI, V.; NASPOLINI, H. F.; RUTHER, R. PERFIS DE DEMANDA, POTÊNCIA EXCEDENTE INJETADA NA REDE ELÉTRICA E FATOR DE POTÊNCIA DE UNIDADE CONSUMIDORA COM GERAÇÃO FOTOVOLTAICA E VEÍCULO ELÉTRICO. VIII Congresso Brasileiro de Energia Solar – Fortaleza, 01 a 05 de junho de 2020.

PRESSLEY, B. Conquering The Darkness: Primitive Lighting Methods. Disponível em: <http://www.hollowtop.com/spt_html/lighting.htm>. Acesso em: 28 ago. 2021.

"Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST - ANEEL". [Online]. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/modulo-8. Acessado em 17 de set. de 2021.

SOUZA, A.; DECKER, I. C.; 2002. Serviços Ancilares no Mercado de Energia Elétrica Brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AUTOMÁTICA (14.: Set. 2-5,2002: Natal, Rio Grande do Norte) Anais. Natal, RN, 2002. p. 2355-2360.

W. Hofmann, U. Schlabbach, J. Wiley, Reactive power compensation: a practical guide, 2012.

YÁSCARA F. F. COSTA E SILVA, EDSON C. BORTONI. SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA EM REDES INTELIGENTES: CARACTERÍSTICAS, OPORTUNIDADES E BARREIRAS (2016). REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIA, Vol. 22 | Nº 1 | 1ª Sem. 2016.

ZABLOCKI, A**.** Fact Sheet | Energy Storage (2019). **Environmental and Energy Study Institute (EESI).** Washington, DC 20036-6101, 2019. Disponível em: <https://www.eesi.org/papers/view/energy-storage-2019>. Acesso em: 20 de ago. de 2021.

ZAREIPOUR, H. (2015). Tutorial Energy Storage: An Introduction to Technologies, Applications and Best Practices. Part 1. IEEE PES General Meeting 2015. Denver/CO, USA.



Documento assinado digitalmente
Fernando Andre Cossengue Caiavi
Data: 21/10/2021 15:31:42-0300
CPF: 611.158.293-35
Verifique as assinaturas em https://v.ufsc.br

Fernando André Cossengue Caiavi, Eng.
Mestrando



Documento assinado digitalmente
Helena Flavia Naspolini
Data: 22/10/2021 09:20:20-0300
CPF: 289.588.109-04
Verifique as assinaturas em https://v.ufsc.br

Prof.ª Helena Flávia Naspolini, Dr.ª
Orientadora