

ACORDO DE PARCERIA 27192.01.01/2023.04-00 PARA PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO - PD&I QUE ENTRE SI CELEBRAM AS PARTES INDICADAS NO PREÂMBULO DESTE INSTRUMENTO.

A **FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA - FUNDEP**, inscrita no CNPJ/MF sob o nº 18.720.938/0001-41, com sede na Av. Pres. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Belo Horizonte/MG, CEP: 31.270-901, neste ato representada por seu Presidente, Prof. Jaime Arturo Ramírez, e-mail presidencia@fundep.com.br doravante denominada **COORDENADORA**;

A **UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP**, Instituição Estadual de Ensino Superior, sediada à Cidade Universitária "Zeferino Vaz" - Barão Geraldo, Campinas/SP. inscrita no CNPJ sob o nº 46.068.425/0001-33, neste ato representada por seu Reitor Prof. Dr. Antônio José de Almeida Meirelles, CPF: 015.869.178-46, e-mail: assinagr@unicamp, doravante denominada simplesmente **ICT PROPONENTE**;

CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC – SENAI/DR/BA, instituição privada sem fins lucrativos de interesse público, inscrita no CNPJ sob o nº 03.795.071/0013-50, sediada à Av. Orlando Gomes, 1845; Piatã, Salvador, BA; CEP 41650-010, neste ato representada por seu Presidente do Conselho Regional, Antonio Ricardo Alvarez Alban, brasileiro, casado, administrador de empresas, CPF nº 261.812.235-68, e-mail: presidencia@fieb.org.br; e seu Diretor Regional: Evandro Minuce Mazo, brasileiro, casado, engenheiro mecânico, CPF nº. 164.618.078-02, e-mail: diretoriasenaiba@fieb.org.br, doravante denominada simplesmente **ICT ASSOCIADA**;

A **FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA UNICAMP - FUNCAMP** sediada Avenida Érico Veríssimo 1251, Parque II do Polo de Alta Tecnologia, Distrito - Barão Geraldo, Campinas - SP, 13083-851, inscrita no CNPJ sob o nº 49.607.336/0001-06, neste ato representada por seu Diretor Executivo Orival Andries Júnior, CPF: 021.650.968-80, e-mail: assinatura_diretoria@funcamp.unicamp.br, doravante denominada simplesmente **FUNDAÇÃO DE APOIO**.

ICT PROPONENTE, ICT ASSOCIADA e FUNDAÇÃO(ÕES) DE APOIO conjuntamente denominados **PARCEIROS**, resolvem celebrar o presente Acordo de Parceria para Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação - PD&I (doravante denominado **ACORDO DE PARCERIA**), com a **COORDENADORA**, em conformidade com as normas legais vigentes no Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação (Emenda Constitucional nº 85/15, Lei nº 10.973/2004, Lei nº 13.243/2016 e Decreto nº 9.283/2018), no âmbito do Programa Rota 2030 – Mobilidade e Logística, que deverá ser executado com estrita observância das seguintes cláusulas e condições:

CONSIDERANDO:

- I- Que o Governo Federal, nos termos do Decreto nº 9.557/18, instituiu o Programa Rota 2030 – Mobilidade e Logística, doravante denominado **PROGRAMA**, cujo objetivo é apoiar e promover o desenvolvimento tecnológico, a competitividade, a inovação, a segurança veicular, a proteção ao meio ambiente, a eficiência energética e a qualidade de automóveis, caminhões, ônibus, chassis com motor e autopeças;

- II- Que a Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa - FUNDEP foi credenciada pelo Ministério da Economia, Indústria, Comércio Exterior e Serviços – MDIC como instituição coordenadora, nos termos da portaria nº 86, de 12 de março de 2019, com a finalidade de coordenar o “programa prioritário: Biocombustíveis, Segurança Veicular e Propulsão Alternativa à Combustão;
- III- Que, a Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa - FUNDEP e o Comitê Técnico desse **PROGRAMA** divulgaram a oportunidade de pesquisa colaborativa aos pesquisadores vinculados a Instituições Científicas e/ou Tecnológicas (ICTs) públicas ou privadas, sem fins lucrativos, localizadas no território nacional, interessados em submeter propostas que visem o desenvolvimento de tecnologias no âmbito do programa prioritário: Biocombustíveis, Segurança Veicular e Propulsão Alternativa à Combustão.
- IV- Que a **ICT PROPONENTE**, em parceria com a(s) **ICT ASSOCIADA**, apresentaram proposta para o EIXO I - Bioenergia eficiente aplicada ao setor de transportes, tendo o projeto sido selecionado por meio de Chamada Pública nº 0.01/2023, conforme resultado divulgado pela **COORDENADORA** em 3/8/2023;

Resolvem as **PARTES** celebrarem o presente **ACORDO DE PARCERIA** de modo a demonstrar seu comprometimento quanto ao prosseguimento ao projeto outrora selecionado, nos seguintes termos e condições:

CLÁUSULA PRIMEIRA - DO OBJETO

1.1 O presente **ACORDO DE PARCERIA** tem por objeto o desenvolvimento do projeto intitulado “**Centro multiusuário em tecnologias de manufatura e validação de células a combustível de óxido sólido suportadas em metal**”, doravante denominado **PROJETO**, conforme anexos que passam a fazer parte deste instrumento, em conformidade com o disposto na Chamada Pública nº 0.01/2023, Manual de Operação da **FUNDEP**, e ainda:

- a) Anexo I: Plano de Trabalho;
- b) Anexo II: Planilha de Equipe, Cronograma e Orçamento e Cronograma de Desembolso.

1.2. Os **PARCEIROS** se comprometem e responsabilizam pela realização e desenvolvimento do **PROJETO**, sem prejuízo dos demais diplomas que lhe aplique direta ou indiretamente ao presente **ACORDO DE PARCERIA**, as normas técnicas específicas em vigor, a saber:

- a) Disposições relativas ao **PROGRAMA**, notadamente os preceitos da Lei nº 13.755, de 10 de dezembro de 2018, do Decreto nº 9.557, de 8 de novembro de 2018, da Portaria ME nº 86, de 12 de março de 2019, e demais atos normativos a ele pertinentes; e
- b) Nas compras de bens e nas contratações de serviços, aplicar as regras do Decreto nº 8.241/2014, no caso de **ICT PROPONENTE**, e, no caso da **FUNCAMP**, por ser uma fundação de apoio de ICT Estadual, observar o regulamento próprio, denominado Política de Aquisições e Contratações – PAC, contido em seu site <https://www.funcamp.unicamp.br/portal/Home/Publicacoes>.

CLÁUSULA SEGUNDA – DO PLANO DE TRABALHO

2.1 O Plano de Trabalho define os objetivos a serem atingidos com o presente **ACORDO DE PARCERIA**, apresenta o planejamento dos trabalhos que serão desenvolvidos, detalha as atividades e as atribuições de cada um dos **PARCEIROS**, a alocação de recursos humanos, materiais e financeiros, bem como o cronograma físico-financeiro do **PROJETO**, a fim de possibilitar a fiel consecução do objeto desta parceria, estabelecendo objetivos, metas e resultados.

2.2. Respeitadas as previsões contidas na legislação em vigor, a **ICT PROPONENTE**, com a interveniência de **FUNDAÇÃO DE APOIO**, e os demais **PARCEIROS** fomentarão/executarão as atividades de pesquisa e desenvolvimento, conforme o Plano de Trabalho, sob as condições aqui acordadas, sendo ele parte integrante e indissociável deste **ACORDO DE PARCERIA**.

2.3. Na execução do Plano de Trabalho, as **ICTs PROPONENTE** e **ASSOCIADA** devem indicar o Coordenador Geral e, se houver, o (s) Coordenador (es) Associado (s) do **PROJETO**, conforme previsto na respectiva Chamada. Eles serão responsáveis pela supervisão e pela gerência das atividades correspondentes ao Plano de Trabalho, considerando ainda ser o Coordenador Geral responsável pelas sub entregas e entrega global do **PROJETO**, conforme definido no Plano de Trabalho.

2.4. Recae sobre os Coordenadores do **PROJETO** - Geral e Associado (s), a responsabilidade técnica e de articulação, devendo responder aos questionamentos realizados pela **COORDENADORA** referentes à execução do **PROJETO** sob sua responsabilidade.

2.5 Situações capazes de afetar sensivelmente as especificações ou os resultados esperados para o Plano de Trabalho deverão ser formalmente comunicadas pelos Coordenadores do **PROJETO** aos **PARCEIROS**, aos quais competirá avaliá-las e tomar as providências cabíveis.

2.6 A impossibilidade técnica e científica quanto ao cumprimento de qualquer fase do Plano de Trabalho que seja devidamente comprovada e justificada acarretará a suspensão de suas respectivas atividades até que haja acordo entre os **PARCEIROS** quanto à alteração, à adequação ou ao término do Plano de Trabalho e à consequente extinção deste **ACORDO DE PARCERIA**, bem como a devolução integral dos recursos disponibilizados pela **COORDENADORA** com as devidas correções.

CLÁUSULA TERCEIRA - DAS OBRIGAÇÕES E RESPONSABILIDADES

3.1. São responsabilidades e obrigações, além dos outros compromissos assumidos neste **ACORDO DE PARCERIA**:

3.1.1. Da COORDENADORA:

- a) Transferir os recursos financeiros, conforme estabelecido no Cronograma de Liberação contido no Anexo II;
- b) Analisar e emitir parecer sobre os aspectos técnicos, junto à Coordenação Técnica do **PROGRAMA** ou Comitê Técnico; e financeiros das prestações de contas apresentadas, decidindo sobre a regularidade ou não da aplicação dos recursos transferidos, podendo para tanto, submeter essa apreciação a uma auditoria independente; e

- c) Acompanhar a execução do **PROJETO**, de acordo com as políticas operacionais e normas internas da FUNDEP, estabelecidas no Manual de Operações e legislação aplicável.
- d) Deliberar a respeito de alterações que forem solicitadas no Plano de Trabalho pela **ICT PROPONENTE** ou por **ICT ASSOCIADA**. Quando de cunho técnico o parecer a respeito de tais mudanças obedecerá a governança do **PROGRAMA** e será emitido pelo Comitê Técnico ou Coordenação Técnica e apresentado pela **COORDENADORA**.

3.1.2. Das ICT PROPONENTE E ICT ASSOCIADA:

- a) Fazer uso dos recursos previstos na planilha orçamentaria destinados à execução do **PROJETO** por parte da **ICT's PROPONENTE E ASSOCIADAS**, com interveniência da **FUNDAÇÃO DE APOIO**, exclusivamente nas atividades relacionadas à consecução do objeto deste **ACORDO DE PARCERIA**;
- b) Manter rigoroso controle das despesas efetuadas e dos respectivos comprovantes com vistas à prestação de contas da execução do objeto deste **ACORDO DE PARCERIA**;
- c) Executar as atividades de sua responsabilidade, previstas no Plano de Trabalho, de modo diligente e eficiente, com rigorosa observância dos padrões tecnológicos vigentes e prazos fixados;
- d) Prestar aos **PARCEIROS** e à **COORDENADORA** esclarecimentos e informações sobre os recursos recebidos e a respectiva situação de execução do **PROJETO**, nos termos deste **ACORDO DE PARCERIA**;
- e) Monitorar, avaliar e prestar contas nos termos deste **ACORDO DE PARCERIA**;
- f) Assegurar o acesso das pessoas indicadas pelos demais **PARCEIROS** e pela **COORDENADORA**, quando necessário, aos locais necessários à execução das atividades relativas ao **PROJETO**, desde que previamente agendado;
- g) Fornecer sempre que solicitado, as informações técnicas de seu conhecimento, incluindo catálogos técnicos e demais elementos necessários à execução do **PROJETO**;
- h) Cumprir integralmente o **PROJETO** com qualidade, diligência e respeito;
- i) Prover a infraestrutura necessária para a execução do **PROJETO**;
- j) Zelar pela reputação dos **PARCEIROS** e da **COORDENADORA**;
- k) Envidar todos os esforços e se responsabilizar pelas ações necessárias para o cumprimento dos procedimentos;
- l) Informar à **FUNDAÇÃO DE APOIO** e à **COORDENADORA**, por escrito, quando ocorrer interrupção temporária no atendimento por qualquer motivo, com a devida antecedência e esclarecendo o período previsto;
- m) Comunicar, por escrito, à **FUNDAÇÃO DE APOIO** e à **COORDENADORA** eventuais mudanças de dados cadastrais (endereço comercial, telefone, dados bancários, dentre outros);
- n) Ser responsável técnica e operacional pelas atividades descritas no presente instrumento e Anexos, de forma a permitir a consecução do seu objeto;
- o) Prestar contas do andamento do cronograma de atividades descritos nos termos deste instrumento e Anexos, em conformidade com o disposto no Manual de Operação;
- p) Remeter, dentro de 30 (trinta) dias, contados das respectivas alterações, as informações relativas à mudança de seus atos constitutivos e de designação de novos representantes legais;

- q) Assegurar o acesso das pessoas indicadas pelos demais **PARCEIROS**, quando previsto no plano de trabalho, aos locais necessários à execução das atividades relativas ao **PROJETO**, desde que previamente agendado;
- r) Assegurar o acesso das pessoas indicadas pela **COORDENADORA** aos locais necessários à avaliação/acompanhamento das atividades relativas ao **PROJETO**, desde que previamente agendado;

3.1.3 DA FUNDAÇÃO DE APOIO:

- a) Aplicar os recursos repassados exclusivamente nas atividades relacionadas à consecução do objeto deste **ACORDO DE PARCERIA**;
- b) Prestar informações sobre os recursos recebidos e a respectiva situação de execução do **PROJETO**, nos termos deste **ACORDO DE PARCERIA**;
- c) Executar a gestão administrativa e financeira dos recursos transferidos para a execução do objeto deste **ACORDO DE PARCERIA**, em conta específica;
- d) Informar previamente à **COORDENADORA** os dados bancários e cadastrais necessários à realização dos aportes financeiros, cuidando para que a conta corrente à qual serão destinados os recursos seja específica para o **PROJETO**, aberta em uma Instituição Financeira Oficial e que o recurso seja executado em conformidade com este **ACORDO DE PARCERIA**;
- e) Restituir à **COORDENADORA** os saldos financeiros remanescentes, pertinentes ao seu respectivo aporte, inclusive os provenientes das receitas obtidas nas aplicações financeiras realizadas, não utilizadas no objeto pactuado, no prazo máximo de 30 dias contados da data do término da vigência ou da denúncia deste **ACORDO DE PARCERIA**;
- f) Responsabilizar-se pelo recolhimento de impostos, taxas, contribuições e outros encargos porventura devidos em decorrência das atividades vinculadas a este **ACORDO DE PARCERIA**;
- g) Manter, durante toda a execução do **ACORDO DE PARCERIA**, todas as condições de habilitação e de qualificação exigidas para a sua celebração, responsabilizando-se pela boa e integral execução das atividades ora descritas;
- h) Nas compras de bens e nas contratações de serviços, aplicar as regras do Decreto nº 8.241/2014, no caso de **ICT PROPONENTE** e, no caso da FUNCAMP, por ser uma fundação de apoio de ICT Estadual, observar o regulamento próprio, denominado Política de Aquisições e Contratações – PAC, contido em seu sítio <https://www.funcamp.unicamp.br/portal/Home/Publicacoes>;
- i) Observar os princípios da legalidade, eficiência, moralidade, publicidade, economicidade, legalidade e impessoalidade, nas aquisições e contratações realizadas, bem como no desenvolvimento de todas as suas ações no âmbito deste **ACORDO DE PARCERIA**;
- j) Manter registros contábeis, fiscais e financeiros completos e fidedignos relativamente à aplicação dos aportes recebidos da **COORDENADORA** e das contrapartidas financeiras, caso haja, por este **ACORDO DE PARCERIA**, fazendo-o em estrita observância às normas tributário-fiscais em vigor e, especialmente, à legislação que instituiu contrapartidas em atividades de PD&I para a concessão de incentivos ou de benefícios dos quais os **PARCEIROS** sejam ou se tornem beneficiárias;
- k) Manter, com os recursos do **PROJETO** e sob sua coordenação direta, pessoal de pesquisa e desenvolvimento, através de contratação pela CLT, autônomos, bolsa ou estágio de pesquisa e desenvolvimento, disponível para a execução das atividades relativas a este

ACORDO DE PARCERIA e ao Plano de Trabalho, em número e com conhecimento técnico-acadêmico suficientes;

- l) Providenciar a remuneração dos colaboradores, conforme previsto em orçamento específico aprovado, em conformidade, ainda, com o art. 4º da Lei nº 8.958/1994;
- m) Cumprir todas as normas pertencentes ao ordenamento jurídico brasileiro, em especial as trabalhistas, previdenciárias e tributárias derivadas da relação existente entre si e seus empregados e/ou contratados, durante a execução do **PROJETO**, objeto do Plano de Trabalho. De forma que não se estabelecerá, em hipótese alguma, vínculo empregatício entre esses empregados, funcionários, servidores ou contratados das **FUNDAÇÃO DE APOIO** e das **ICTs**, e da **COORDENADORA** cabendo às **FUNDAÇÃO DE APOIO** a responsabilidade exclusiva pelos salários e todos os ônus trabalhistas e previdenciários, bem como pelas reclamações trabalhistas ajuizadas, e por quaisquer autos de infração, e ainda, fiscalização do Ministério do Trabalho e da Previdência Social a que der causa, com relação a toda a mão de obra por ela contratada em decorrência do presente **ACORDO DE PARCERIA**.
- n) Para fins de Prestação de Contas, todos os documentos fiscais comprobatórios de despesas devem ser emitidos em nome das **FUNDAÇÃO DE APOIO** das **ICT ASSOCIADA** correspondente(s), se houverem.

3.2 Os Coordenadores do **PROJETO** (Geral e Associado) poderão ser substituídos em conformidade com o disposto na Chamada.

3.3 Os **PARCEIROS** e a **COORDENADORA**, em comum acordo, submetem-se ao cumprimento dos deveres e obrigações referentes à proteção de dados pessoais e se obrigam a tratar os dados pessoais coletados no âmbito do presente **ACORDO DE PARCERIA**, se houver, de acordo com a legislação vigente aplicável, incluindo, mas não se limitando à Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014 e Decreto nº 8.771, de 11 de maio de 2016 (“Marco Civil da Internet”), Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 (“Lei Geral de Proteção de Dados”), no que couber e conforme aplicável. As **PARTES** deverão também garantir que seus empregados, colaboradores e subcontratados observem os dispositivos dos diplomas legais em referência relacionados à proteção de dados, incluindo, mas não se limitando, à LGPD.

CLÁUSULA QUARTA - DOS RECURSOS (APORTES, CONTRAPARTIDAS FINANCEIRAS E ECONÔMICAS)

4.1 O valor total desse Acordo **R\$ 9.904.997,60 (nove milhões, novecentos e quatro mil, novecentos e noventa e sete reais e sessenta centavos)** sendo:

- a) **R\$ 8.999.997,60 (oito milhões, novecentos e noventa e nove mil, novecentos e noventa e sete reais e sessenta centavos)** referente ao aporte financeiro a ser realizado pela **COORDENADORA para FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA UNICAMP – FUNCAMP**;
- b) **R\$ 675.000,00 (seiscentos e setenta e cinco mil reais)** referente a contrapartida econômica a ser aportada pela **UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP**;

- c) **R\$ 230.000,00 (duzentos e trinta mil reais)** referente a contrapartida econômica a ser aportada pelo **CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC – SENAI/DR/BA**.

4.2. Os aportes e contrapartidas (financeiras e econômicas) indicados nesta Cláusula, serão distribuídos conforme cronograma de desembolso anexo neste **ACORDO DE PARCERIA**, condicionado à aprovação das prestações de contas parciais técnicas e financeiras.

4.3. Qualquer aumento ao orçamento previsto no Plano de Trabalho executado por este **ACORDO DE PARCERIA**, que torne necessário o aporte de recursos adicionais da **COORDENADORA** deverá ser prévia e formalmente analisado e aprovado por esta, devendo ser implementado tão somente após celebração de termo aditivo a este instrumento. Caso a alteração do orçamento conte com recursos dos **PARCEIROS** os mesmos devem aprovar a implementação para então providenciar a celebração de termo aditivo a este **ACORDO DE PARCERIA**.

4.4. Observadas as demais disposições previstas neste **ACORDO DE PARCERIA**, os **PARCEIROS** acordam, desde já, que os valores mencionados na Planilha Orçamentária são estimados com base nas premissas e termos especificados no mencionado Anexo.

4.5 Do valor repassado a título de contrapartida financeira, a **FUNDAÇÃO DE APOIO** poderá utilizar até 05% (cinco por cento) para custear despesas operacionais e administrativas, conforme disposto no Anexo II deste **ACORDO DE PARCERIA**.

4.6. Os valores dos recursos financeiros previstos nesta cláusula poderão ser alterados por meio de termo aditivo, com as necessárias justificativas e de comum acordo entre os **PARCEIROS**, o que implicará a revisão das metas pactuadas e a alteração do Plano de Trabalho.

4.7 A transposição, o remanejamento ou a transferência de recursos de categoria de programação para outra poderão ocorrer com o objetivo de conferir eficácia e eficiência às atividades de ciência, tecnologia e inovação.

4.7.1. No âmbito do **PROJETO**, o Coordenador Geral indicará a necessidade de alteração das categorias de programação e a distribuição entre grupos de natureza de despesa em referência ao projeto aprovado originalmente.

4.7.2 Por ocasião da ocorrência de quaisquer das ações previstas no item anterior, a(s) **ICT(s)** poderá(ão) alterar a distribuição inicialmente acordada, promover modificações internas ao seu orçamento, alterar rubricas ou itens de despesas, desde que não modifique o valor total do **PROJETO**.

4.8 São dispensáveis de formalização por meio de Termo Aditivo as alterações previstas que importem em transposição, remanejamento ou transferência de recursos de categoria de programação para outra, com o objetivo de conferir eficácia e eficiência às atividades previstas no Plano de Trabalho, desde que não haja alteração do valor total do **PROJETO**.

4.8.1 As alterações na distribuição entre grupos de natureza de despesa e alterações de rubricas ou itens de despesas, necessárias para efetiva execução do **PROJETO**, hipótese em que o Coordenador do **PROJETO** comunicará a alteração à devendo constar as razões que ensejaram as alterações, indicando a necessidade de alteração das categorias de programação, as dotações

orçamentárias e a distribuição entre grupos de natureza de despesa em referência ao **PROJETO** de pesquisa aprovado originalmente.

4.9. Os saldos residuais das contrapartidas financeiras, caso ocorram, serão devolvidos à parte que realizar o aporte, desde que o valor total gasto seja, no mínimo, igualmente proporcional ao valor do aporte realizado pela **COORDENADORA**. Do contrário, deverá ser transferido para a **COORDENADORA** o recurso remanescente de contrapartida financeira até que seja atingida a proporcionalidade de execução.

Parágrafo único: as alterações previstas nos itens 4.7 e 4.8 devem ser comunicadas e previamente aprovadas pela **COORDENADORA**.

4.10. Os **PARCEIROS** avençam que o valor estabelecido no item 4.1 “a” é fixo e irrevogável, nele estando incluídos todos os impostos, taxas, custos e despesas diretas e indiretas.

4.11 Fica avençado entre os **PARCEIROS** que, em havendo qualquer divergência, atraso ou inexistência de aportes (financeiros, caso existam, e/ou econômicos), a **COORDENADORA** reserva-se o direito de suspender a liberação dos recursos descritos no item 4.1 “a”, somente assim voltando a fazer caso seja normalizada a situação.

4.12. Eventuais ganhos financeiros com aplicação poderão ser revertidos para garantir a integral execução do objeto desta Parceria.

CLÁUSULA QUINTA - DO PESSOAL

5.1 Cada **PARCEIRO** se responsabiliza, individualmente, pelo cumprimento das obrigações trabalhistas, previdenciárias, fundiárias e tributárias derivadas da relação existente entre si e seus empregados, servidores, administradores, prepostos e/ou contratados, que colaborarem na execução do objeto deste **ACORDO DE PARCERIA**, de forma que não se estabelecerá, em hipótese alguma, vínculo empregatício ou de qualquer outra natureza com a **COORDENADORA**, o pessoal das **ICTs** e vice-versa, cabendo a cada **PARCEIRO** a responsabilidade pela condução, coordenação e remuneração de seu pessoal, e por administrar e arquivar toda a documentação comprobatória da regularidade na contratação.

CLÁUSULA SEXTA - DA PROPRIEDADE INTELECTUAL E DA CRIAÇÃO PROTEGIDA

6.1. Todos os dados, técnicas, tecnologia, know-how, marcas, patentes e quaisquer outros bens ou direitos de propriedade intelectual/industrial de uma **ICT** que este venha a utilizar para execução do Projeto continuarão a ser de sua propriedade exclusiva, não podendo a outra **ICT** cedê-los, transferi-los, aliená-los, divulgá-los ou empregá-los em quaisquer outros projetos ou sob qualquer outra forma sem o prévio consentimento escrito do seu proprietário.

6.2. Todo desenvolvimento tecnológico passível de proteção intelectual, em qualquer modalidade, proveniente da execução do presente Acordo de Parceria, deverá ter a sua propriedade compartilhada exclusivamente entre as **ICTs**, conforme decidido entre as partes em instrumento jurídico próprio.

6.3. A(s) **ICT(s)** se comprometem a comunicar à demais **ICTs** e a **COORDENADORA** a ocorrência de quaisquer resultados passíveis de proteção intelectual e a manter o sigilo necessário para a proteção de tais resultados.

6.4. As decisões relacionadas à preparação, processamento e manutenção da propriedade intelectual resultantes deste Acordo, no Brasil e em outros países, devem ser tomadas em conjunto pelas **ICTs**.

6.5. A(s) **ICT(s)** devem assegurar, na medida de suas respectivas responsabilidades, que os projetos propostos e que a alocação dos recursos tecnológicos correspondentes não infrinja direitos autorais, patentes ou outros direitos intelectuais, assim como direitos de terceiros.

6.6. Na hipótese de eventual infração de qualquer direito de propriedade intelectual relacionada às propriedades intelectuais porventura resultantes do Projeto, os **PARCEIROS** concordam que as medidas judiciais cabíveis visando coibir a infração do respectivo direito podem ser adotadas em conjunto ou separadamente.

6.7. A(s) **ICT(s)** deverão decidir conjuntamente sobre as estratégias de proteção e colaborar para a efetivação da proteção do desenvolvimento tecnológico passível de proteção intelectual obtido da execução do presente Acordo, através do fornecimento de todos os dados necessários, bem como através da assinatura por si e por seus empregados, agentes, técnicos e pesquisadores de quaisquer documentos que se fizerem necessários, tais como procurações, autorizações, declarações, formulários, etc.

6.8. A **ICT PROPONENTE** ficará responsável por realizar o procedimento administrativo para proteção do desenvolvimento tecnológico junto ao Órgão competente no Brasil e em outros países e comunicará formalmente a(s) **ICT(s)** sobre a tramitação de todos os procedimentos levados a efeito para a proteção dos direitos de Propriedade Intelectual, resultantes do desenvolvimento do Projeto.

6.8.1. A(s) **ICT(s)** poderão outorgar poderes a um terceiro qualificado para praticar todo e qualquer ato necessário para o depósito, acompanhamento e manutenção da propriedade intelectual resultantes do presente instrumento, no Brasil e em outros países.

6.9. A disponibilização de informações e dados técnicos para execução do Projeto não implica cessão ou licença de propriedade de um **PARCEIRO** a outro, ou sua livre exploração comercial.

6.10. A **FUNDAÇÃO DE APOIO** e a **COORDENADORA** não terão direitos sobre os resultados obtidos, passíveis ou não de proteção legal.

CLÁUSULA SÉTIMA – DO USO E DA EXPLORAÇÃO DA PROPRIEDADE INTELECTUAL

7.1. A(s) **ICT(s)** definirão conjuntamente e em instrumento jurídico específico as condições para exploração comercial do desenvolvimento tecnológico passível de proteção intelectual porventura obtida no desenvolvimento do Projeto, inclusive na hipótese de licenciamento a terceiros. O instrumento retro mencionado deverá ser submetido à apreciação da **COORDENADORA** com a finalidade de verificar se os objetivos do Programa ROTA 2030 estão sendo observados.

7.2. A forma adequada de remuneração à(s) **ICT(s)** sobre a receita líquida auferida com a comercialização de produtos e/ou serviços gerados a partir da propriedade intelectual será tratada em instrumento jurídico específico, citado no item 7.1.

7.2.1. Considera-se como “receita líquida”, o valor bruto auferido com a exploração comercial da propriedade intelectual deduzidos os tributos incidentes sobre a operação de venda, os valores relativos às vendas canceladas, devidamente comprovadas.

CLÁUSULA OITAVA - DA DIVULGAÇÃO E DAS PUBLICAÇÕES

8.1. Os **PARCEIROS** concordam em não utilizar o nome do outro **PARCEIRO** ou de seus empregados em qualquer propaganda, informação à imprensa ou publicidade relativa ao **ACORDO DE PARCERIA** ou a qualquer produto ou serviço decorrente deste, sem a prévia aprovação por escrito do **PARCEIRO** referido.

8.2. Fica vedado aos **PARCEIROS** utilizar, no âmbito deste **ACORDO DE PARCERIA**, nomes, símbolos e imagens que caracterizem promoção pessoal de autoridades ou servidores públicos.

8.3. Os **PARCEIROS** não poderão utilizar o nome, logomarca ou símbolo um do outro em promoções e atividades afins alheias ao objeto deste **ACORDO DE PARCERIA**, sem prévia autorização do respectivo **PARCEIRO** sob pena de responsabilidade civil em decorrência do uso indevido do seu nome e da imagem.

8.4. As publicações, materiais de divulgação e resultados materiais, relacionados com os recursos do presente **ACORDO DE PARCERIA**, deverão mencionar expressamente o apoio recebido dos **PARCEIROS** e o apoio financeiro da **COORDENADORA** e do Programa Rota 2030 - Mobilidade e Logística, especialmente em seminários e eventos científicos e tecnológicos e publicações técnicas e científicas em revistas especializadas. A **COORDENADORA** deve ser citada exclusivamente como “Fundep – Rota 2030”.

CLÁUSULA NONA - DAS INFORMAÇÕES SIGILOSAS

9.1. Os **PARCEIROS** adotarão medidas rigorosas necessárias para proteger as informações sigilosas recebidas em função da celebração, desenvolvimento e execução do presente **ACORDO DE PARCERIA**, inclusive na adoção de medidas que assegurem a tramitação do processo, para evitar que sejam de qualquer modo divulgadas, reveladas, publicadas, vendidas, cedidas ou de qualquer outra forma transferidas para terceiros, sem a prévia e escrita autorização dos outros **PARCEIROS**.

9.2. Os **PARCEIROS** informarão aos seus funcionários, prepostos, representantes e prestadores de serviços e consultores que necessitem ter acesso às informações e conhecimentos que envolvem o objeto do **ACORDO DE PARCERIA**, acerca das obrigações de sigilo assumidas, responsabilizando-se integralmente por eventuais infrações que estes possam cometer.

9.3. Não haverá violação das obrigações de sigilo previstas no **ACORDO DE PARCERIA** nas seguintes hipóteses:

9.3.1 Informações técnicas ou comerciais que já sejam do conhecimento dos **PARCEIROS** na data da divulgação, ou que tenham sido comprovadamente desenvolvidas de maneira independente e sem relação com o **ACORDO DE PARCERIA** pelo **PARCEIRO** que a revele;

9.3.2 Informações técnicas ou comerciais que sejam ou se tornem de domínio público, sem culpa dos **PARCEIROS**;

9.3.2.1. Qualquer informação que tenha sido revelada somente em termos gerais, não será considerada de conhecimento ou domínio público.

9.3.3 Informações técnicas ou comerciais que sejam recebidas de um terceiro que não esteja sob obrigação de manter as informações técnicas ou comerciais em sigilo;

9.3.4 Informações que possam ter divulgação exigida por lei, decisão judicial ou administrativa;

9.3.5 Revelação expressamente autorizada, por escrito, pelos **PARCEIROS**.

9.4 A divulgação científica, por meio de artigos em congressos, revistas e outros meios, relacionada ao objeto deste instrumento poderá ser realizada mediante autorização por escrito dos **PARCEIROS**, e não deverá, em nenhum caso, exceder ao estritamente necessário para a execução das tarefas, deveres ou contratos relacionados com a informação divulgada.

9.4.1. Cada **PARCEIRO** deverá se manifestar em até 30 (trinta) dias da data de recebimento da consulta, findo o prazo sem a manifestação a publicação é autorizada.

9.4.2. Cada **PARCEIRO** deve fazer todos os esforços para adequar a publicação de modo a autorizá-la.

9.4.3 O **PARCEIRO** que não autorizar a publicação deve circunstanciar detalhadamente sua decisão.

9.4.4. Fica assegurada a possibilidade de depósito e realização de apresentações internas das teses e/ou dissertações de pós-graduações, mestrados e doutorados dos alunos envolvidos no Projeto, para fins exclusivamente de defesa dos trabalhos perante a banca examinadora das **ICT (s)**, nos estritos termos dos regulamentos internos das **ICT (s)**. As **ICT (s)** deverão viabilizar meios para que o depósito e apresentações internas de tais teses e/ou dissertações sejam realizados em sigilo, de modo a assegurar a absoluta confidencialidade de referidas teses e/ou dissertações, por si, seus alunos envolvidos no Projeto, eventuais examinadores que venham a compor a banca examinadora, e quaisquer outros funcionários das **ICT(s)** que venham a ter acesso a tais teses e/ou dissertações ao longo do respectivo processo de avaliação e aprovação.

9.5. As obrigações de sigilo em relação às informações sigilosas serão mantidas durante o período de vigência deste **ACORDO DE PARCERIA** e pelo prazo de 5 (cinco) anos após sua extinção.

9.6. Para efeito dessa cláusula, a classificação das informações como sigilosas será de responsabilidade de seu titular, devendo indicar previamente os conhecimentos ou informações classificáveis como sigilosas por escrito.

CLÁUSULA DÉCIMA - CONFORMIDADE COM AS LEIS ANTICORRUPÇÃO

10.1. Os **PARCEIROS** obrigam-se a observar rigidamente as condições contidas nos itens abaixo, sob pena de imediata e justificada rescisão do vínculo contratual.

10.2. Os **PARCEIROS** declaram-se cientes de que seus Departamentos Jurídicos e/ou advogados contratados estão autorizados, em caso de práticas que atentem contra os preceitos dessa cláusula, a solicitar a imediata abertura dos procedimentos criminais, cíveis e administrativos cabíveis à cada hipótese:

- a) Os **PARCEIROS** não poderão, em hipótese alguma, dar, receber ou oferecer, direta ou indiretamente, nenhum tipo de presente, viagens, vantagens ou quaisquer outros tipos similares de pagamentos a qualquer empregado, servidor, preposto ou diretor de outro **PARCEIRO**, funcionário público, membro do governo doméstico ou estrangeiro, seja concursado ou prestador de serviços ou terceiros vinculados, direta ou indiretamente, ao objeto deste **ACORDO DE PARCERIA**, especialmente, mas sem limitação, àqueles responsáveis pela fiscalização do presente **ACORDO DE PARCERIA**. Serão admitidos apenas, em épocas específicas definidas pelos Coordenadores e divulgadas previamente aos **PARCEIROS**, a entrega de brindes, tais como canetas, agendas, folhinhas, cadernos, etc;
- b) Os **PARCEIROS** somente poderão representar outro **PARCEIRO** perante órgãos públicos quando devidamente autorizado para tal, seja no corpo do próprio **ACORDO DE PARCERIA**, seja mediante autorização prévia, expressa e escrita de seu representante com poderes para assim proceder;
- c) Os **PARCEIROS** e seus empregados/prepostos, representantes, consultores ou prestadores de serviços quando agirem em nome ou defendendo interesses deste **ACORDO DE PARCERIA** perante órgãos, autoridades ou agentes públicos, não poderão dar, receber ou oferecer quaisquer presentes, vantagens ou favores a agentes públicos, sobretudo no intuito de obter qualquer tipo de favorecimento para os **PARCEIROS**;
- d) Os **PARCEIROS**, quando agirem em nome ou defendendo seus interesses, não poderão fornecer informações sigilosas a terceiros ou a agentes públicos, mesmo que isso venha a facilitar, de alguma forma, o cumprimento desse **ACORDO DE PARCERIA**, exceto mediante ordem emanada pelo Poder Judiciário;
- e) Os **PARCEIROS**, ao tomarem conhecimento ou suspeitarem de que empregados, prepostos, representantes, consultores ou prestadores de serviço, seus ou de outros **PARCEIROS**, descumpriram as premissas e obrigações acima pactuadas, direta ou indiretamente, denunciarão espontaneamente o fato, de forma que, juntas, elaborem e executem um plano de ação para (i) afastar o empregado ou preposto imediatamente; (ii) evitar que tais atos se repitam e (iii) garantir que o **ACORDO DE PARCERIA** tenha condições de continuar vigente.

10.3 Os **PARCEIROS** obrigam-se ao integral cumprimento de todas as normas jurídicas anticorrupção aplicáveis, sejam elas estabelecidas pela legislação nacional, em especial aos termos da Lei 12.846/2013 – Lei Anticorrupção Brasileira e suas regulamentações, ao Código Penal Brasileiro e outras normas esparsas sobre o tema, bem como aquelas previstas em legislações internacionais com

efeitos ou reflexos decorrentes de atos praticados no Brasil ou em qualquer localidade onde o presente **ACORDO DE PARCERIA** seja cumprido, exemplificativamente a lei anticorrupção norte-americana (FCPA – Foreign Corrupt Practices Act) e a lei anti-propina do Reino Unido (UK Bribery Act), comprometendo-se a abster-se de qualquer atividade que constitua uma violação às disposições contidas nestas legislações.

10.3.1. Adicionalmente, cada um dos **PARCEIROS** declara que tem e manterá até o final da vigência deste **ACORDO DE PARCERIA** um Código de Ética e Conduta próprio, cujas regras se obrigam a cumprir fielmente. Sem prejuízo da obrigação de cumprimento das disposições de seus respectivos Código de Ética e Conduta, os **PARCEIROS** desde já se obrigam a, no exercício dos direitos e obrigações previstos neste **ACORDO DE PARCERIA** e no cumprimento de qualquer uma de suas disposições: (i) não dar, oferecer ou prometer qualquer bem de valor ou vantagem de qualquer natureza a agentes públicos ou a pessoas a eles relacionadas ou ainda quaisquer outras pessoas, empresas e/ou entidades privadas, com o objetivo de obter vantagem indevida, influenciar ato ou decisão ou direcionar negócios ilicitamente e (ii) adotar as melhores práticas de monitoramento e verificação do cumprimento das Leis Anticorrupção, com o objetivo de prevenir atos de corrupção, fraude, práticas ilícitas ou lavagem de dinheiro por seus sócios, administradores e colaboradores ou terceiros por ela contratados. A violação de qualquer das obrigações previstas nesta cláusula é causa para a rescisão unilateral deste **ACORDO DE PARCERIA**, sem prejuízo da cobrança das perdas e danos causados à Parte inocente.

CLÁUSULA DÉCIMA PRIMEIRA - DO ACOMPANHAMENTO

11.1 Aos Coordenadores Geral e Associado competirão dirimir as dúvidas que surgirem na execução, no monitoramento, na avaliação e na prestação de contas e de tudo dará ciência às respectivas autoridades.

11.2 Os Coordenadores Geral e Associado anotarão, em registro próprio, as ocorrências relacionadas com a execução do objeto, recomendando as medidas necessárias à autoridade competente para regularização das inconsistências observadas.

11.3 O acompanhamento do **PROJETO** pelos Coordenadores Geral e Associado não exclui nem reduz a responsabilidade dos **PARCEIROS** perante terceiros, nos limites de suas obrigações e respectivas contrapartida financeira ou econômica.

CLÁUSULA DÉCIMA SEGUNDA - DA VIGÊNCIA E DA PRORROGAÇÃO

12.1 O presente **ACORDO DE PARCERIA** vigorará pelo prazo de 36 (trinta e seis) meses, a partir da data de sua assinatura.

12.2. Este **ACORDO DE PARCERIA** poderá ser prorrogado por meio de termo aditivo ou apostilamento, com as respectivas alterações no Plano de Trabalho, caso seja necessário, mediante a apresentação de justificativa técnica e aprovação da **COORDENADORA**.

Parágrafo Único: No caso da prorrogação de prazo se dar por apostilamento esta somente ocorrerá na prorrogação com adição de 06 (seis) meses após a vigência determinada no item 12.1.

Solicitações que extrapolam este prazo, necessariamente, deverão ser realizadas por meio de Termo Aditivo.

CLÁUSULA DÉCIMA TERCEIRA - DAS ALTERAÇÕES

13.1. As cláusulas e condições estabelecidas no presente **ACORDO DE PARCERIA** poderão ser alteradas mediante celebração de termo aditivo ou apostilamento.

13.2 A proposta de alteração, devidamente justificada, deverá ser apresentada por escrito, dentro da vigência do instrumento.

13.3. É vedado a alteração do presente **ACORDO DE PARCERIA** com o intuito de alterar o seu objeto, sob pena de nulidade do ato e responsabilidade do agente que o praticou.

13.4 A alteração por meio de apostilamento que dispensa a celebração de Termo Aditivo ocorrerá, somente, nas situações abaixo descritas, mediante a apresentação de justificativa técnica e aprovação da **COORDENADORA**:

- a. Alterações de razão social ou denominação social de Parceiro;
- b. Correção de erros materiais que não alterem os termos do Acordo de Parceria;
- c. Alterar o prazo de vigência desde que não ultrapasse o prazo estipulado no item 12.2 e seu parágrafo único;

13.4.1. Aprovada a solicitação de alteração por meio de apostilamento, a **COORDENADORA** emitirá Termo de Apostilamento que deverá ser assinado pelo Coordenador Geral do Projeto e pelo representante legal da **COORDENADORA**.

13.4.2. Após a assinatura do Termo de Apostilamento este será enviado aos demais Parceiros, via mensagem eletrônica, para conhecimento.

CLÁUSULA DÉCIMA QUARTA – DO MONITORAMENTO, DA AVALIAÇÃO E DA PRESTAÇÃO DE CONTAS

14.1 A **COORDENADORA** exercerá a fiscalização técnico-financeira das atividades do presente **ACORDO DE PARCERIA**.

14.2 A **FUNDAÇÃO DE APOIO** deverá apresentar à **COORDENADORA**:

- I trimestralmente, prestação de contas das receitas e despesas do **PROJETO**, inclusive das contrapartidas econômicas e financeiras previstas;
- II semestralmente, e por ocasião do encerramento do projeto, relatório que contenha descrição das atividades realizadas e resultados alcançados até o último dia útil do segundo mês subsequente ao término do semestre, ou encerramento do **PROJETO**.

Parágrafo Único: A **COORDENADORA** poderá solicitar informações adicionais à **FUNDAÇÃO DE APOIO** a qualquer momento.

14.3 A análise das prestações de contas será realizada pela **COORDENAÇÃO**, ou empresa de auditoria por ela selecionada.

Parágrafo primeiro: Eventuais questionamentos acerca da prestação de contas ou do acompanhamento do **PROJETO** serão deliberados pela **COORDENAÇÃO**, e em última instância, decididos pelo Ministério da Economia.

Parágrafo segundo: Eventuais questionamentos acerca da prestação de contas parciais ou do acompanhamento do **PROJETO** que não forem esclarecidos pelos **PARCEIROS** à **COORDENADORA**, poderão implicar em não liberação de parcelas subsequentes.

14.4. A prestação de contas será simplificada, privilegiando os resultados da pesquisa, e seguirá as regras previstas no Decreto nº 8.241, de 21 de maio de 2014 para a **ICT PROPONENTE**, já no caso da **FUNCAMP**, por ser uma fundação de apoio de ICT Estadual, observar o regulamento próprio, denominado Política de Aquisições e Contratações – PAC, contido em seu sítio <https://www.funcamp.unicamp.br/portal/Home/Publicacoes>.

14.5. O acompanhamento das Atividades Técnicas, demonstradas no plano de trabalho, será realizado por meio de relatórios técnicos e visitas conforme estabelecido no Manual disponível no portal da **COORDENADORA**. Os relatórios de acompanhamento deverão demonstrar a compatibilidade entre as metas previstas e as alcançadas no período, bem como apontadas as justificativas em caso de discrepância, consolidando dados e valores das ações desenvolvidas.

CLÁUSULA DÉCIMA QUINTA – DA EXTINÇÃO DO ACORDO

15.1. Este **ACORDO DE PARCERIA** poderá, a qualquer tempo, ser denunciado pelos **PARCEIROS**, devendo o interessado justificar e externar formalmente a sua intenção nesse sentido, com a antecedência mínima de 30 (trinta) dias da data em que se pretenda que sejam encerradas as atividades, respeitadas as obrigações assumidas com terceiros entre os **PARCEIROS**, creditando eventuais benefícios adquiridos no período.

15.2. Constituem motivos para rescisão do presente **ACORDO**:

- a) O descumprimento de qualquer das Cláusulas pactuadas ou da legislação regente, exceto quando em decorrência de fatos que independam da vontade dos **PARCEIROS**, tais como os que configuram caso fortuito ou força maior, previstos no artigo 393 do Código Civil;
- b) A superveniência de norma que o torne jurídica ou materialmente inexecutável;
- c) A constatação, a qualquer tempo, de irregularidade, falsidade ou incorreção de informação em qualquer documento apresentado pelos **PARCEIROS** e pela **FUNDAÇÃO DE APOIO**; ou
- d) A verificação de circunstância que demonstre desvio de finalidade na aplicação dos recursos aportados ou enseje apuração de responsabilidade, devidamente comprovados.

Parágrafo Único: Em caso rescisão conforme disciplinado no item 15.2, serão imputadas aos **PARCEIROS** ou à(s) **FUNDAÇÃO DE APOIO** as responsabilidades pelas obrigações até então assumidas, no limite de suas respectivas contrapartidas econômicas e financeiras, devendo a **PARTE**

que se julgar prejudicada notificar a **PARTE** para que apresente esclarecimentos no prazo de 30 (trinta) dias corridos.

- I. Prestados os esclarecimentos, os **PARCEIROS** deverão, por mútuo consenso, decidir pela rescisão ou manutenção do **ACORDO DE PARCERIA**.
- II. Decorrido o prazo para esclarecimentos, caso não haja resposta, o **ACORDO DE PARCERIA** será rescindido de pleno direito, independentemente de notificações ou interpelações, judiciais ou extrajudiciais.

15.3 O **ACORDO DE PARCERIA** poderá ainda será rescindido em relação a um **PARCEIRO** em caso de decretação de falência, liquidação extrajudicial ou judicial, insolvência, ou, ainda, no caso de propositura de quaisquer medidas ou procedimentos contra este **PARCEIRO** para sua liquidação e/ou dissolução;

15.4 O presente **ACORDO DE PARCERIA** o será extinto com o cumprimento do objeto ou com o decurso de prazo de vigência.

CLÁUSULA DÉCIMA SEXTA - DA PUBLICIDADE

16.1 A publicação do extrato do presente **ACORDO DE PARCERIA** no Diário Oficial da União (DOU) é condição indispensável para sua eficácia e será providenciada pela **COORDENADORA** no prazo de até 15 (quinze) dias da sua assinatura.

CLAUSULA DÉCIMA SÉTIMA – DOS BENS

17.1. Após execução integral do objeto desse **ACORDO DE PARCERIA**, os bens patrimoniais, materiais permanentes ou equipamentos adquiridos serão revertidos à **ICT PROPONENTE**, por meio de Termo de Doação.

17.2 Cabe à **ICT PROPONENTE** promover a destinação final dos bens patrimoniais, materiais permanentes ou equipamentos adquiridos, podendo manter na própria **ICT** ou, caso julgue pertinente, efetuar a doação para **ICT ASSOCIADA**.

CLÁUSULA DÉCIMA OITAVA – DAS NOTIFICAÇÕES

18.1. Qualquer comunicação ou notificação relacionada ao **ACORDO DE PARCERIA** poderá ser feita pelos **PARCEIROS**, por e-mail, correio ou entregue pessoalmente, diretamente no respectivo endereço dos **PARCEIROS** notificados, conforme citados neste **ACORDO DE PARCERIA**.

18.2. Qualquer comunicação ou solicitação prevista neste **ACORDO DE PARCERIA** será considerada como tendo sido legalmente entregue:

18.2.1. Quando entregue em mãos a quem destinada, com o comprovante de recebimento;

18.2.2. Se enviada por correio, registrada ou certificada, porte pago e devidamente endereçada, quando recebida pelo destinatário ou no 5º (quinto) dia seguinte à data do despacho, o que ocorrer primeiro;

18.2.3. Se enviada por e-mail, desde que confirmado o recebimento pelo destinatário, ou, após transcorridos 5 (cinco) dias úteis, o que ocorrer primeiro. Na hipótese de transcurso do prazo sem confirmação, será enviada cópia por correio, considerando-se, todavia, a notificação devidamente realizada.

18.3 Qualquer dos **PARCEIROS** poderá, mediante comunicação por escrito, alterar o endereço para o qual as comunicações ou solicitações deverão ser enviadas.

CLÁUSULA DÉCIMA NONA – DISPOSIÇÕES GERAIS

19.1 É livre o acesso dos agentes da administração pública, do controle interno e do Tribunal de Contas aos documentos e às informações relacionados a este **ACORDO DE PARCERIA**, bem como aos locais de execução do respectivo objeto, ressalvadas as informações tecnológicas e dados das pesquisas que possam culminar com alguma inovação.

19.2. Os PARCEIROS declaram e garantem que cumprem e cumprirão com todas as disposições legais, sejam federais, estaduais ou municipais, bem como as normas técnicas referentes a questões ambientais aplicáveis à sua atividade econômica e, especialmente, mas sem se limitar, às atividades realizadas decorrentes deste **ACORDO DE PARCERIA**.

19.3. Os PARCEIROS defenderão as práticas comerciais que, além de justas, sejam éticas e solidárias, baseadas em princípios como a erradicação do trabalho infantil e do trabalho escravo, a eliminação das discriminações relativas a raça, gênero e religião e a preservação da saúde das pessoas e do meio ambiente.

19.4 Cada um dos **PARCEIROS** garante ter plenos poderes e autoridade para firmar e cumprir este **ACORDO DE PARCERIA**, e consumir as transações aqui contempladas, e que a assinatura e o cumprimento deste **ACORDO DE PARCERIA** não resultam em violação de qualquer direito de terceiros, lei ou regulamento aplicável.

19.5 A falta ou o atraso de qualquer dos **PARCEIROS** em exercer qualquer de seus direitos ou faculdades neste **ACORDO DE PARCERIA**, no todo ou em parte, não deverá ser considerado como renúncia ou novação e não deverá afetar o subsequente exercício de tal direito ou faculdade. Qualquer renúncia produzirá efeitos somente se for especificamente outorgada por escrito

19.6. As obrigações constantes deste **ACORDO DE PARCERIA** são assumidas pelos **PARCEIROS** em caráter irrevogável e irretratável, obrigando os **PARCEIROS** e também seus sucessores e cessionários permitidos, a qualquer título, sendo que este **ACORDO DE PARCERIA** constitui o acordo integral dos **PARCEIROS** com relação ao seu objeto, prevalecendo sobre qualquer negociação, acordo, arranjo ou entendimento anteriormente estabelecidos sobre o assunto entre os **PARCEIROS**.

19.7. Cada Cláusula deste **ACORDO DE PARCERIA** constitui uma avença, obrigação ou disposição separada, distinta e autônoma das demais. Na hipótese de qualquer disposição contida neste **ACORDO DE PARCERIA** vier a ser considerada nula, ilegal, inválida ou inexecutível em qualquer aspecto, tal dispositivo será separado deste **ACORDO DE PARCERIA**, mas todas as demais disposições e cláusulas permanecerão em vigor e produzindo seus regulares efeitos, para todos os fins

de direito. A disposição considerada nula, ilegal inválida ou inexecutável deverá ser substituída por uma disposição válida e executável que mais se aproxime dos objetivos pretendidos pelos **PARCEIROS**.

19.8 Nenhum dos **PARCEIROS** poderá ceder ou transferir este **ACORDO DE PARCERIA**, total ou parcialmente, ou os direitos ou obrigações dele decorrentes, quer a título gratuito ou oneroso, salvo prévio consentimento por escrito dos demais **PARCEIROS**.

CLÁUSULA VIGÉSIMA - DO FORO

20.1. Fica eleito o foro da Seção Judiciária de Belo Horizonte-Minas Gerais para dirimir quaisquer litígios oriundos deste **ACORDO DE PARCERIA**, nos termos do inciso I do artigo 109 da Constituição Federal.

Por estarem de acordo quanto ao que se estipula, firmam o presente Acordo, assinado pelas partes eletronicamente. A data de assinatura deste instrumento, para todos os efeitos, é a última data de assinatura de signatário.

**FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA – FUNDEP
COORDENADORA**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP
ICT PROPONENTE**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC – SENAI/DR/BA
ICT ASSOCIADA**

**FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA UNICAMP - FUNCAMP
FUNDAÇÃO DE APOIO**

30 DE JUNHO DE 2023

CENTRO MULTIUSUÁRIO EM TECNOLOGIAS DE MANUFATURA E VALIDAÇÃO DE CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DE ÓXIDO SÓLIDO SUPOSTAS EM METAL

CHAMADA PD&I 01/2023 ROTA 2030:

Chamada de Projetos Estratégicos, Linha V – Biocombustíveis, tema a)
desenvolvimento de tecnologias em células a combustível alimentadas por
biocombustíveis para aplicações em sistemas automotivos
(i) bioenergia eficiente aplicada ao setor dos transportes (Bio); células a combustível
alimentadas com biocombustíveis para propulsão veicular

Site para uso de equipamentos multiusuários já existente.

<https://www.brenergies.org/como-usar>

<https://www.brenergies.org/equipamentos-multiusuarios>

Link para Pitch da proposta: <https://youtu.be/Q6ISVSUPJfk>

Empresas apoiadoras do projeto



Coordenador Geral: Gustavo Doubek
FEQ-UNICAMP

Coordenadores Associados: Hudson G. Zanin
FEEC-UNICAMP
Gerhard Ett
CIMATEC

Pesquisadores Associados: Raphael S. Suppino
FEQ-UNICAMP
Dirceu Noriler
FEQ-UNICAMP

Junho 2023

Resumo da Proposta

A presente proposta busca a criação de um centro de referência dentro da **linha V em projetos estratégicos - biocombustíveis, sobre o desenvolvimento de tecnologias em células a combustível alimentadas por biocombustíveis para aplicações em sistemas automotivos** na qual propomos a criação do primeiro centro multiusuário em tecnologias de manufatura, validação e certificação de células a combustível de óxido sólido suportadas em metal (MS-SOFCs) do Brasil, denominado **CTM-SOFC**. A importância dessa classe de células está ligada ao fato de ser a única tecnologia com TRL>5 capaz de utilizar biocombustíveis e gás-reformado e não apenas H₂ purificado, como as células de membrana polimérica. A atual geração de SOFCs suportadas em metal ainda encontra especial atenção por permitirem componentes metálicos com menor custo e facilidade de processamento. Essa demanda se torna cada vez mais latente pelas rápidas mudanças decorrentes da transição energética e pela imposição da eletrificação aos transportes que hoje não encontra alternativas reais além das baterias de Li-ion. Apesar de fundamentais para a mobilidade elétrica, as baterias apresentam limitações intrínsecas sobre a densidade de energia e disponibilidade dos insumos necessários (Li, Co, Mn e Ni) de improvável transposição, sendo já apontada a escassez de matéria prima para a demanda global de baterias (a capacidade total em baterias no globo hoje de 1TWh supriria 2% da demanda veicular). Tais limitações tornam ainda extremamente desafiador a adoção de veículos pesados elétricos para longas jornadas, maquinário agrícola ou mesmo impossível a adoção global em larga escala para veículos somente com baterias. Dessa forma, sistemas híbridos têm sido mais frequentemente apontados como soluções desejáveis ainda mais quando biocombustíveis ou combustíveis renováveis podem integrar essa solução. Nesse sentido, as MS-SOFCs desempenharão um papel importante, uma vez que este dispositivo permite a geração de energia elétrica embarcada a partir de um combustível. Esta arquitetura é similar aos atuais veículos híbridos, porém com notórias vantagens: (i) apresentam o dobro da eficiência de conversão; (ii) não existem dois motores no veículo uma vez que a geração elétrica embarcada pode alimentar diretamente o motor elétrico e carregar baterias; (iii) a densidade de potência (kW/kg) é superior às baterias o que permitirá redução de peso global e (iv) a operação da célula atenderá facilmente as restrições sobre emissões como Proconve L7-8. Apesar das importantes vantagens, esse cenário só poderá se concretizar pela exploração e avanço sobre diversos processos fabris ainda em fase de amadurecimento no Brasil e no mundo para a criação de células robustas, reprodutíveis e compactas. Nesta fase pré-competitiva a criação do CTM-SOFC permitirá que empresas tenham acesso à tecnologia e possam criar protótipos especificamente desenhados para biocombustíveis e alinhados com suas plataformas em testes embarcados colaborando para o avanço da tecnologia. Este espaço também servirá para que

fornecedores de matérias primas possam testar e validar seus produtos entendendo quais requisitos este novo mercado possui e assim a estrutura irá auxiliar na criação de valor local para exportação de insumos de alto valor agregado. A criação de tecnologia local e a criação de *know-how* técnico-científico irá facilitar a importante tarefa de eletrificação dos transportes que pode combater a desindustrialização do país.

Caso aprovado, o CTM-SOFC permitirá a criação de todas as etapas para a construção de células MS-SOFCs com áreas de até **216 cm² por célula** (podendo ser expandidas) permitindo a manufatura: (i) dos suportes metálicos obtidos por metalurgia do pó via *tape casting* e manufatura aditiva e também por metalurgia usando micro-perfuração à *laser*; (ii) dos anodos compósitos metal-cerâmicos e catodos de elevadas atividades eletrocatalíticas por diferentes técnicas tais como *airbrushing*, *electrospray*, *screen printing*, *tape casting* e a conformação de barreiras contra a difusão (DBLs) e filmes finos de eletrólitos por *spin coating* de *sol-gel* e *E-beam*, além de uma completa estrutura para tratamentos térmicos em atmosferas redutoras e/ou inertes e por fim, o desenvolvimento de engenharia para criação de placas bipolares metálicas ultrafinas por estampagem para a criação de *stacks* de MS-SOFCs compactos visando aplicação embarcada. Outro segmento fundamental do CTM-SOFC será a validação para células SOFCs em geral no Brasil. Instalaremos Test-Beds em diferentes escalas para operação contínua de células e estações para monitoramento de reatores de reforma cobrindo sua operação dinâmica e sua integração às MS-SOFCs para se avaliar a vida-útil (*lifespan*) e estabelecer protocolos de validação à ambos os sistemas. A regulamentação das células a combustível ainda é bastante incipiente no Brasil e, mesmo internacionalmente, ainda não há um consenso para a normatização. Dentre as diretrizes mais maduras podemos citar a ISO9000 a qual podemos aplicar para testes em módulos de *stacks* e gerar um completo banco de dados para subsidiar discussões dentro do setor. Nosso grupo de pesquisa já tem atuado em tecnologias para armazenamento e conversão de energia e tem sido o responsável pelo desenvolvimento de MS-SOFCs no Brasil. O conhecimento fruto de projetos prévios (ROTA 2030 FUNDEP e FINEP) nos permitiram testar diferentes técnicas construtivas para a criação de filmes funcionais cerâmicos, bem como suportes metálicos em escala laboratorial e piloto. Dessa forma, caso aprovado, esperamos expandir esta contribuição por meio da criação do CTM-SOFC que estará aberta à submissão de propostas ao setor no início do segundo ano, em associação à atual infraestrutura existente ([aqui](#)) permitindo a completa investigação sobre a construção e falhas, e assim atacar desafios que vemos hoje carentes de solução. Como contrapartida ao projeto, a UNICAMP oferece pesquisadores experientes com *know-how* estratégico, equipamentos já comissionados e área predial, permitindo acomodação de todos os equipamentos atuais e os novos que serão adquiridos nesse ou em outros projetos (vide **Tabela 1**) em um espaço único.

Objetivo da Proposta

A presente proposta tem por objetivo a criação e desenvolvimento do primeiro centro brasileiro multiusuário em tecnologias de manufatura e validação de células MS-SOFCs. A infraestrutura para esta manufatura piloto foi concebida a partir dos atuais desenvolvimentos do projeto FUNDEP 27192.01.02/2021.04.00 em execução na UNICAMP pelo programa ROTA2030, dado que o processo para sua construção em escala ainda permanece como um ponto de desenvolvimento não havendo soluções prontas para aquisição. O projeto terá por objetivo reunir diversos processos e tecnologias para a conformação de suportes metálicos e a criação de filmes finos cerâmicos e metálicos para o desenvolvimento de processos de manufatura, validação de insumos e matérias primas assim como a elaboração de protótipos escalonáveis para serem embarcados em testes com parceiros industriais. As MS-SOFCs serão associadas em *stacks* através da micro-soldagem a *laser* em inteconectores (ICs) ultrafinos previamente conformados por estampagem. Atuaremos na criação da infraestrutura de testes para validação e certificação para as MS-SOFCs e reformadores de etanol com a elaboração de protocolos de garantia de qualidade (QA: *quality assurance*) baseados na ISO9000 para determinar a eficiência, performance e *lifespan* seguindo as melhores práticas internacionais.

Como entregável final, iremos manufaturar *stacks* de **1-5 kW** por processos escalonáveis de baixo custo com densidades de potência (kW/kg) superiores aos atuais *stacks* de SOFCs comerciais, dado que o desenvolvimento será focado na aplicação embarcada, sendo assim distinto de células e *stacks* já produzidos em outros países. As células e *stacks* produzidos, bem como o sistema de reforma integrado serão projetados e desenvolvidos visando o uso de etanol hidratado, sendo este um importante diferencial com relação a atual tecnologia SOFC disponível no mercado internacional. Tal sistema permitirá um aumento de competitividade ao setor pois criará uma solução híbrida à eletrificação (sistema *powertrain* híbrido célula-bateria) cujo *know-how* nascerá no Brasil permitindo a criação de uma indústria e cadeia de valores e fornecimento em um produto de alto valor agregado localmente. Também permitirá uma conquista de novos mercados pois ampliará o atual uso do etanol aos veículos pesados em substituição ao uso do diesel cuja eletrificação somente por baterias encontra muita dificuldade.

Introdução, Justificativa e Relevância

A eletrificação da mobilidade é uma transformação real e latente que está em curso em seus mais diversos segmentos, desde veículos de pequeno porte destinados a ciclos urbanos até veículos de carga pesados para transporte continental. A adoção do motor elétrico para tração é desejável devido sua elevada potência, pequeno volume e peso além do torque independente da rotação que promove a redução/eliminação de transmissões. Entretanto, o grande gargalo

sempre foi em como prover a energia elétrica necessária de forma portátil. A eletro-mobilidade hoje não encontra alternativas reais além da adoção de grandes módulos de baterias Li-ion que elevam consideravelmente o custo final dos produtos e oneram a busca por recursos naturais em sua fabricação em larga escala. Apesar das baterias Li-ion serem uma eficiente forma de armazenamento de energia, sua adoção em escala global seguindo apenas o modelo vigente do carro elétrico à bateria, encontra diversas dificuldades como o peso excessivo, o contínuo aumento sobre a oferta de matéria prima fortemente dependente da mineração, assim como a criação de infraestrutura de postos de recarga bem como a criação de infraestrutura para linhas de transmissão de energia e limitações em autonomia dificultando trajetos de longas distâncias. Atualmente, existe cerca de 1 TWh de armazenamento em baterias de Li-ion no planeta que considerando um porte médio de 35 kWh/veículo elétrico, supriria apenas ~2% da frota mundial atual [1]. A soma de todos estes desafios suporta a atual preocupação do setor de transportes, uma vez que o atual modelo não é sustentável, e têm continuamente levado a uma inevitável demanda sobre novas formas de armazenamento e conversão de energia.

O setor de mobilidade têm cada vez mais rediscutido o modelo de eletrificação atual para inclusão dos veículos híbridos, bem como o uso de combustíveis alternativos como o H₂ e combustíveis sintéticos mas de maior custo. Tal rediscussão têm tomado força por recorrentes atrasos do setor em cumprir as metas de eletrificação das frotas, principalmente nos países mais a frente desta transformação, como a união européia (EU) [2], [3]. O uso do H₂ verde (H2V) como combustível é um modelo que tenta sua entrada a quase duas décadas com diversos protótipos de veículos híbridos elétricos com células a combustível (FCHEVs: *fuel cell hybrid electric vehicles*) funcionais com alto TRL tais como: (i) HONDA-FCX (2007); (ii) Hyundai Tucson FCEV (2013) and Nexo (2018) e o (iii) Toyota Mirai (2021), porém tendo como primeiro protótipo o GM Electrovan (1966). A base tecnológica de todos os supracitados se baseia nas células de membrana polimérica (PEMFCs) com pequeno módulo de baterias. Os materiais e métodos construtivos para células PEMFCs já se encontram bastante maduros e com funcionamento robusto, e mesmo dependendo de catalisadores baseados em metais nobres (Pt-Pd) o aumento de seu TRL tem conseguido reduzir custos para os *stacks*, apesar disso, o real desafio de se estabelecer uma cadeia de distribuição de H₂ crio-liquefeito em altas pressões assim como a complexidade de construção de tanques de pressão embarcados (>700bar) e a necessidade de H₂ de alta pureza (CO<10ppm) barram sua adoção em larga escala a quase 20 anos.

Todas as alternativas e transformações citadas buscam a resolução de um único problema central: a redução das emissões de CO₂. Um importante modelo que pode ser central nessa transformação e que países como o Brasil tem a chance de liderar, é o uso de biocombustíveis

como o Etanol para a eletrificação. Assim como o H_2 , o Etanol pode ser convertido em eletricidade de forma embarcada. Entretanto, a conversão deve ser realizada por células a combustível de óxido sólido (SOFCs) em oposição à PEMFCs, uma vez que conseguem tolerar altas concentrações do CO ou mesmo Etanol não reformado devido a sua alta temperatura de operação que facilita a cinética de decomposição de moléculas maiores além do H_2 . O Etanol no Brasil apresenta uma grande vantagem por ser um combustível com emissão neutra de carbono, uma vez que o seu uso se insere dentro de um ciclo fechado para o CO_2 gerado, já que esse gás é usado na fotossíntese da cana de açúcar e outras espécies mitigando o avanço do aquecimento global. Esta solução, ao contrário do uso do H_2 , encontra grande sinergia com a atual cadeia produtiva de combustíveis e estrutura já presente, principalmente no Brasil e outros países emergentes como Índia e Tailândia e alguns países do continente africano, ou mesmo desenvolvidos, a exemplo dos EUA, sendo assim uma solução comprovadamente escalonável.

Apesar do modelo Etanol-SOFC-Eletricidade associar o melhor dos mundos, pois integra alta eficiência de conversão e redução de poluentes superando $\eta > 0.40$ de eficiência respeitando a nova legislação Proconve L8 aliado a plataforma mundial para tração elétrica com o rápido abastecimento e maior autonomia em uma cadeia de distribuição já comprovada, há ainda importantes aspectos majoritariamente centrados no avanço de seu TRL que ainda demandam soluções e a criação de infraestrutura dedicada. As células SOFCs e mais recentemente as células MS-SOFCs são alvo de estudos científicos desde ~1960 e 2000, respectivamente, e já há um consenso sobre os melhores materiais, morfologias e fases que contribuem para um funcionamento robusto de alta performance. O que ainda está em consolidação, no entanto, são métodos fabris para sua produção em escala de forma reprodutível, livres de defeitos e heterogeneidades, com morfologia adequada para suas diversas camadas de forma automatizada e escalonável a fim de reduzir seu atual custo de manufatura. Apesar das células MS-SOFCs serem compostas de camadas muito finas (pouco material) e livre de metais nobres pois usa-se Ni, Zr, Fe, Mn, La e em menor quantidade Y, Gd, Co e Sr, seu atual custo para *stacks* ainda se encontra superior frente às células PEMFCs. Essa aparente contradição pode ser entendida pelo maior TRL atual para as PEMFCs cuja prova de conceito em aplicações embarcadas datam de 1966, e no caso particular das SOFCs com Etanol, apenas em 2016 a Nissan realizou a primeira prova de conceito das SOFCs de 3ª geração. Dessa forma existe ainda muito espaço para avanços, principalmente no que tange aos métodos fabris de construção das células e *design* de *stacks* com o avanço da engenharia dos ICs, bem como o avanço sobre o *design* e arquitetura de reformadores que possam ser integrados energeticamente ao sistema final. Estes importantes desenvolvimentos somente serão possíveis com a criação de uma infraestrutura que almeje a otimização sobre: (i) métodos e a tecnologia de conformação e

garantia de qualidade de finos eletrólitos cerâmicos; (ii) métodos e a tecnologia de conformação de finas DBLs; (iii) métodos, tecnologia e controle sobre a morfologia, arquitetura, funcionalidade e porosidade dos eletrodos; (iv) métodos, tecnologia e controle de sinterização e obtenção de microestruturas livres de trincas e defeitos e a (v) criação de centrais para testes e validação desta tecnologia emergente. Além disso, a união de células MS-SOFCs com ICs metálicos de forma robusta sem vazamentos e trincas sob vários ciclos térmicos será essencial para reduzir o custo e a complexidade na montagem dos *stacks*. Por fim, o próprio desenvolvimento e otimização dos ICs será fundamental para a aplicação embarcada, desde que este componente corresponderá ao maior uso de matéria prima e a maior parcela de peso e tamanho do *stack* de MS-SOFCs.

O presente projeto almeja, portanto, a criação da infraestrutura necessária para o avanço do TRL, otimização e consolidação sobre os processos de manufatura necessários à construção das células MS-SOFCs e o desenvolvimento e construção sobre os ICs previamente estampados para a criação de *stacks*. A infraestrutura também cobrirá a testagem de reformadores externos que possam ser integrados ao *stacks* de MS-SOFCs e o comissionamento de estações de testes tanto para reformadores como para células MS-SOFCs. Toda essa infraestrutura ficará disponível ao setor produtivo e para desenvolvimentos externos no formato multiusuário que será gerido pela UNICAMP com todas as informações disponíveis *on-line* para uso e agendamento no primeiro centro multiusuário para manufatura e validação de células MS-SOFCs do Brasil e do hemisfério sul. Este desenvolvimento é intrinsecamente multidisciplinar e tem um horizonte sistêmico a longo prazo. Nosso objetivo será criar *know-how* e protótipos de maior TRL e assim trazer, manter ou criar empresas de excelência no Brasil para que possamos ter um caráter estratégico para a cadeia produtiva automotiva e respectivos fornecedores. O projeto conta com duas ICTs e com o apoio de **13 empresas** interessadas que participarão deste desenvolvimento. Os centros de pesquisa e parte das empresas aqui já tem trabalhado em conjunto há 5 anos no nosso programa de eletrificação composto pelos projetos FUNDEP 4EFJ, 4DVQ, FINEP 01.21.0119.00 (0669/21), 01.22.0249.00 (0084/21), 01.22.0286.00 (0111/21), FAPESP 2017/11958-1, ANP (SHELL 20861-1, 20856-1, 20857-9, 20858-7 & Total Energies). Felizmente temos uma infraestrutura de ponta construída com diversos projetos como pode ser visto na **Tabela 1** que contém também **a justificativa sobre os itens presentes no orçamento deste projeto**. Nossa proposta de **Centro Multiusuário** converge diversas iniciativas do nosso grupo e em um momento deve contribuir efetivamente com o desenvolvimento para conversão de energia da mobilidade a partir do Etanol.

Tab. 1: Equipamentos do CTM-SOFC. Em azul: em operação, verde: comissionando, amarelo: em contratação via FUNDEP, FINEP, Shell, FAPESP e/ou CNPq, laranja: solicitados neste projeto e cinza: em operação no SENAI CIMATEC/BH.

Fonecedor	Equipamento	Finalidade/Quantidade
Marte	Agitador mecânico Onesense 20 (2 un.) 713D (1 un.)	Preparação de suspensões dos materiais precursores dos PMSs, dos eletrodos e dos eletrólitos e precursores dos catalisadores. 3 un.
Fisatom		
Steula	Airbrushing BC 64 03	Conformação dos eletrodos das MS-SOFCs. 6 un.
EDG	Forno F1500 até 1700 °C (atms. ambiente) e 1500 °C (atms. inerte)	Calcinação de pós e obtenção das fases dos materiais das células e dos catalisadores. Sinterização das células em atmosfera inerte de argônio. Não é 100% estanque e precisa operar com pressão positiva do gás. 1 un.
DS	Moinho vibratório	Processamento das suspensões dos PMSs, eletrodos e eletrólitos das células e dos catalisadores. 1 un.
Buheler	Cortadeira ISOMET 1000	Preparação de amostras metalográficas das células para observação por microscopia ótica, eletrônica de varredura e transmissão eletrônica. 1 un de cada equipamento.
Buheler	Lixadeira ECOMET 30	
Buheler	Politriz MINIMET 1000	
BREnergies	Sistema Test-Bed Nacional	Testagem de pequenas células e desenvolvimento de novos materiais de forma rápida e com baixo custo. 1 un.
Labmaq	Spray Dryer FDB 1.0	Síntese de nanomateriais com diferentes morfologias e aplicação nas células e catalisadores. 1 un.
MobilBatch	Reator do tipo rotor- estator RSR	
MTI	Screen printer EQ SPC 3050 semi automático	Conformação rápida de eletrodos finos e funcionais das células com arquitetura hierárquica. 80 µm de resolução de espessura. 1 un.
DS	Moinho vibratório	Processamento das suspensões dos PMSs, eletrodos e eletrólitos das MS-SOFCs e dos catalisadores dos reformadores. 2 un.
Buheler	Cortadeira ISOMET 1000	Preparação de amostras metalográficas das células para observação por microscopia ótica, eletrônica de varredura e transmissão eletrônica. 1 un de cada equipamento.
Buheler	Lixadeira ECOMET 30	
Buheler	Politriz MINIMET 1000	
Jung	Forno LF9614 até 1400 °C em atms. ambiente e inerte	Cura dos selantes vítreos do <i>stack</i> e ativação dos catodos <i>in situ</i> . Testagem e validação dos stacks de 1-5 kW. Calcinação de pós e obtenção das fases dos materiais das células e dos catalisadores. Sinterização das células. Este forno não é 100% estanque e precisa operar com pressão positiva do gás. 1 un.
7lab	Estufa até 250 °C 110 litros	Secagem dos eletrodos conformados por <i>screen printing</i> e <i>tape casting</i> e dos eletrólitos e DBLs conformados por <i>spin coating</i> de sol gel. 1 un.
MTI	Screen printer EQ SPC 3050 semi automático	Conformação rápida de eletrodos finos e funcionais das células com arquitetura hierárquica. 80 µm de resolução de espessura. 2 un.
Fytronix	Dip coater DX9 para substratos de até 216 cm ²	Deposição de DBLs, eletrólitos e para recobrimentos especiais dos ICs. Infiltração dos catalisadores. 1 un.
Osiris	Spin coater BASIXX ST 30	Conformação das DBLs e dos eletrólitos. Para substratos retangulares 230x230mm. 2 un.
WishBox Technologies	Impressora 3D Ultimaker	Conformação de PMSs com canais micro-organizados usando filamentos metálicos com carga polimérica, seguido de <i>debinding</i> e sinterização.
Fiaxell	Sistema Test-Bed MS- SOFCs com uma	Testagem de desempenho e performance de células e pequeno <i>stacks</i> , extração de dados de EIS e curvas de polarização.

	flange para testar células de até 80 mm de diâmetro	Validação dos métodos construtivos das células e levantamento da distribuição dos tempos de relaxação (DRTs) dos processos eletroquímicos e para a criação dos protocolos de QA. 3 un.
AlphaLaser	Micro-soldadora à laser	Para a micro selagem dos <i>stacks</i> de MS-SOFCs. Resolução de 100 µm. 1 un.
HaikuTech	Tape caster CAM-L252 1 µm de precisão	Conformação dos PMSs, e de todos os componentes das células por co-laminação e co-sinterização. Com túnel de secagem para total garantia de qualidade. 1 un.
Thermo Fisher	Reômetro HAAKE Mars iQ Air	Caracterização reológica das suspensões e do sol gel dos componentes das células e dos catalisadores. 1 un.
EDG	Mufla F3000 10P até 1200 °C	Preparação e síntese rápida de nanomateriais para as células e catalisadores. 1 un.
MTI	Forno até 1700°C em atms. inerte de argônio e de H ₂	Sinterização dos PMSs, das células e síntese de catalisadores metálicos. Totalmente estanque, ideal para obtenção das células sem oxidação do suporte metálico. 1 un.
MLima	Forno para testes dos reformadores	Testagem e validação dos métodos construtivos dos reformadores frente à produtividade, conversão de etanol e seletividade de H ₂ . 1 un.
HaikuTech	Screen printer P-200 automático, alinhamento CCD	Conformação de eletrodos finos e funcionais das células com arquitetura hierárquica. Resolução de espessura de 5 µm. Área útil de impressão até 210x210 mm. 1 un.
Fiaxell	Sistema Test-Bed MS-SOFCs com quatro flanges para testar células de até 80 mm de diâmetro	Testagem de desempenho e performance de células e pequeno <i>stacks</i> , extração de dados de EIS e curvas de polarização. Validação dos métodos construtivos das células e levantamento da distribuição dos tempos de relaxação (DRTs) dos processos eletroquímicos e para a criação dos protocolos de QA. Pode ser feito upgrade para testagem de stacks de até 1 kW no caso do sistema com uma flange. 1 un de cada.
Fiaxell	Sistema Test-Bed MS-SOFCs com uma flange para testar células de até 160x120mm	
MTI	Sistema Test-Bed MS-SOFCs para testar células de até 20 mm diâmetro	Testagem de pequenas células e desenvolvimento de novos materiais de forma rápida e com baixo custo. Testagem rápida e validação de materiais, morfologia, microestrutura e arquitetura das células. 1 un.
FCM Nexceris	Sistema Test-Bed MS-SOFCs Probostat, uma flange para testes de células com até 30 mm de diâmetro	Testagem de pequenas células com dois ou três eletrodos e desenvolvimento de novos materiais de forma rápida e com baixo custo. Testagem rápida e validação de materiais, morfologia, microestrutura e arquitetura das células. Com inúmeros acessórios para a caracterização das propriedades elétricas em 4-pontos em modo DC . 1 un.
Olympus	Microscópio ótico BX53 com câmera CCD e software de análise	Apoio na preparação de amostras para observação em microscópios eletrônicos e quantificação dos poros dos eletrodos e PMSs. Validação dos métodos construtivos dos PMSs. 1 un.
MettlerToledo	Balança XPR204/A	Alta precisão para a medida da densidade real de materiais porosos pelo princípio de Arquimedes. 1 un.
Agilent. Modelo 8860	Cromatógrafo on-line CG/TCD	Análise dos gases de exaustão das células e para o estudo cinético dos reformadores frente à conversão de etanol, produtividade e seletividade de H ₂ . 1 un.
Netzsch	Dilatômetro 402 Expedis Classic	Levantamento da temperatura de sinterização dos materiais usados nas células e cálculo dos coeficientes de expansão térmico. Atende ensaios dentro das normas DIN EN 821, DIN 51045, ASTM E831 or ASTM E288. 1 un.
Angstrom	E-beam	Para a deposição de filmes finos das DBLs e eletrólitos das células e recobrimento especial dos ICs. 1 un.
Autolab	Canais e módulo FRA para EIS	<i>Booster</i> para aumento dos canais, caracterização EIS das células e levantamento de curvas de polarização dos <i>stacks</i> de MS-SOFCs.

		1 un.
Dell	Computador	Controle da estação de testes dos reformadores. 1 un.
Labsolutions	Bomba HPLC	Controle de alimentação da mistura Etanol/Água. 1 un.
VIKA	Controladores	Para controle do sistema periférico do reformador externo + <i>stack</i> de MS-SOFCs. 1 sistema.
Luxor	Prensa hidráulica LPE	Para a estampagem dos ICs. 1 un.
HP	Impressora 3D Jet Fusion 5200	Para a conformação das peças do molde de estampagem dos ICs. 1 un.
ECNC	Laser	Para corte de peças do molde de estampagem dos ICs e para corte das entradas e saídas dos gases e do <i>manifold</i> dos ICs. 1 un.
Kern Microtechnik	CNC Pyramid	Para usinagem das peças do molde de estampagem dos ICs e acabamento dos ICs após a estampagem. 1 un.
Romi	CNC D1500	Para usinagem das peças do molde de estampagem dos ICs e acabamento dos ICs após a estampagem. 1 un.
Meltio	Hybrid Engine CNC e 3D print	Para impressão 3D e usinagem de peças em um único sistema híbrido. 1 un.

Estado da Arte

As SOFCs são importantes para os países produtores de biocombustíveis pois: (i) são de menor custo, por que usa catalisadores baseados em níquel (Ni) e céria (CeO_2) para a quebra do H_2 ou estes catalisadores podem ser usados em um reformador externo para converter biocombustíveis em H_2 e CO (*syngas*) antes deste *syngas* atingir o anodo da SOFC aumentando a eficiência global do sistema [4]; (ii) os *stacks* de SOFCs podem operar com traços de H_2S da ordem de 100 ppm; (iii) o CO também é combustível e da mesma maneira que o H_2 reage com ânions O^{2-} no anodo para produzir CO_2 e H_2O , respectivamente, e (iv) a conversão direta da energia química destes combustíveis diretamente em energia elétrica com eficiência elétrica de até $\eta=0,70$ [5]–[7]. O princípio de funcionamento das SOFCs é semelhante às baterias Li-ion e às outras células a combustível (FCs: *fuel cells*) pois as reações eletroquímicas ocorrem em interfaces sólido-sólido-gás chamadas de contornos de fase tripla (TPBs: *triple-phase boundaries*) presentes nas interfaces entre os eletrodos e o eletrólito [7].

Na **Figura 1** é apresentado um esboço esquemático em CAD da arquitetura de uma célula MS-SOFC de terceira geração apenas para prova de conceito. Neste dispositivo, o ar é injetado e direcionado pelos canais do IC metálico até a superfície porosa do catodo. O O_2 do ar é reduzido em ânions O^{2-} nas TPBs do catodo. Estes ânions difundem pelas vacâncias de oxigênio ($V_{\text{O}}^{\bullet\bullet}$) através da estrutura cristalina do eletrólito zircônia dopada com 8% em mol de ítria (8YSZ) em direção ao anodo. O H_2 ou biocombustíveis tais como o Etanol, anidro ou misturado com H_2O , são injetados e direcionados pelos canais do IC metálico até a superfície porosa do anodo. Estes combustíveis são oxidados pelos ânions O^{2-} nas TPBs do anodo produzindo H_2O ou H_2O e CO_2 , respectivamente, além de calor e elétrons livres. Estes elétrons são usados em um circuito externo antes de serem coletados pelo catodo.

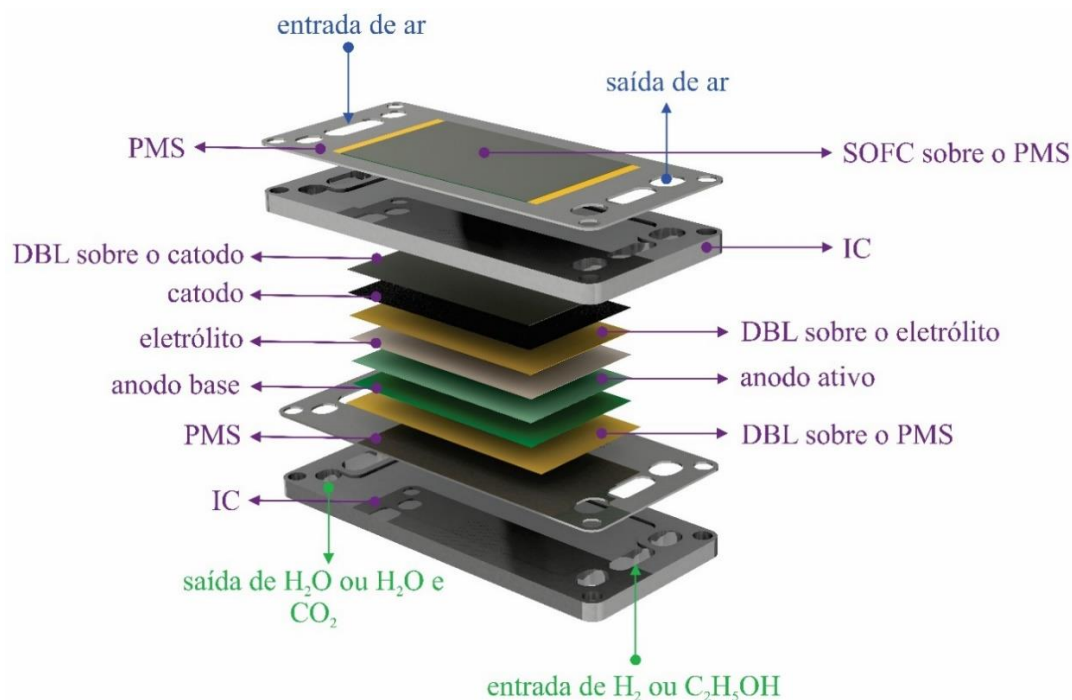


Fig. 1 CAD de uma MS-SOFC evidenciando os interconectores (ICs) do anodo e do catodo, os eletrodos compósitos cerâmicos (anodo base, ativo e o catodo), o eletrólito cerâmico e as barreiras contra difusão (DBLs) sobre o suporte metálico poroso (PMS). Nesta imagem, é possível ver as entradas de ar e H_2 ou C_2H_5OH e as saídas de ar e H_2O ou H_2O e CO_2 . Fonte: preparada pelos autores.

As MS-SOFCs habilitam o uso de H_2 e biocombustíveis ou hidrocarbonetos em FCHEVs para gerar eletricidade com eficiência entre $0,50 < \eta < 0,70$ podendo atingir até $\eta = 0,90$ de eficiência se uma micro-turbina for integrada ao sistema *powertrain*. As principais vantagens das MS-SOFCs são: (i) apresentam rápidos *start-up* e *light-off* devido à elevada condutividade térmica dos PMSs e ICs metálicos; (ii) a $T_{op.} < 700$ °C reduz a degradação e aumenta o *lifespan* das células; (iii) apresentam excelentes resistências ao choque térmico devido à deposição de filmes finos sobre os PMSs promovendo integração térmica entre os componentes e excelente ciclagem redox sem formação de trincas e falhas mecânicas; (iv) as células podem ser montadas em *stacks* e seladas à *laser* garantindo estanqueidade e robustez além de (v) elevada resistência à vibrações mecânicas [8], [9].

Entretanto, como as MS-SOFCs ainda estão em adaptação para aplicação no setor de mobilidades, as principais desvantagens são: (i) a performance e o *lifespan* do *stack* de MS-SOFCs depende da resistência à oxidação dos PMSs e dos ICs densos baseados em aços inoxidáveis ferríticos (FSS) e austeníticos (ASS); (ii) a degradação do catodo quando vapor de H_2O reage com o Cr do IC do catodo precipitando $CrO(OH)_x$ que se decompõe em Cr_xO_y formando novas fases bloqueantes aos portadores de cargas; (iii) a degradação das interfaces entre catodo/eletrólito e anodo/eletrólito formando fases bloqueantes aos portadores de cargas durante a sinterização entre $900 < T_{sint.} (°C) < 1300$ ou durante a operação entre $550 < T_{op.} (°C) < 650$;

(iv) a volatilização do Fe e Cr e deposição sobre a superfície das partículas de Ni do anodo precipitando as fases FeNiO_x e CrNiO_x bloqueantes aos portadores de cargas; (v) a difusão do Ni para o PMS de FSS formando fases austeníticas de elevada resistência a oxidação mas com maior coeficiente de expansão térmico (CTE) causando a formação de trincas e a delaminação entre o anodo e o PMS; (vi) a deposição pirolítica do carbono em fases gráficas, na forma de fibras e/ou nanotubos sobre a superfície do Ni desativando e pulverizando o anodo quando biocombustíveis ou hidrocarbonetos são reformados internamente; (vii) o sistema ainda é muito grande e pesado e demanda redução em volume e massa; (viii) a falta de normatizações de testes para validação, reciclagem, legislações e políticas públicas para *stacks* de MS-SOFCs alimentados com H_2 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ou outros biocombustíveis [10]–[12].

Os processos de manufatura do eletrólito 8YSZ e das DBLs 10GDC por deposição física de vapor (PVD) e as elevadas temperaturas de sinterização (T_{sint}) para obtenção dos eletrodos previamente conformados por técnicas escalonáveis tais como *tape casting*, *spray* pirólise, *airbrushing* e *screen printing* são fatores importantes para a redução de custo das MS-SOFCs. Por exemplo, óxidos baseados em CoO , Fe_2O_3 and ZnO são aditivos de sinterização que diminuem a T_{sint} do eletrólito. Entretanto, estes aditivos de sinterização reduzem a condutividade iônica ($\sigma_{\text{ion.}}$) da 8YSZ e 10GDC diminuindo a densidade de potência da célula [13]–[16]. Elevadas T_{op} podem reduzir as perdas por polarização nas TPBs dos eletrodos e nos contornos de grãos do eletrólito e aumentar a cinética das reações eletroquímicas, mas tensões térmicas, delaminação dos componentes e o *coarsening* dos eletrodos podem surgir reduzindo a performance. Os filmes cerâmicos e finos das SOFCs sobre PMSs além do uso de DBLs apropriadas nas interfaces entre os componentes das células evitam a precipitação de fases bloqueantes e podem reduzir a T_{op} estendendo o *lifespan* das MS-SOFCs [17], [18].

As SOFCs de 1ª e 2ª geração suportadas pelo eletrólito e pelos eletrodos operam entre $800 < T_{\text{op}}(^{\circ}\text{C}) < 1000$, respectivamente, enquanto as SOFCs de 3ª geração, ou MS-SOFCs, podem operar entre $550 < T_{\text{op}}(^{\circ}\text{C}) < 750$. Esta conquista deve-se à deposição dos eletrodos e eletrólitos cerâmicos na forma de filmes finos sobre PMSs por técnicas escalonáveis de menor investimento CAPEX tornando esta tecnologia mais competitiva no setor de mobilidade. Nesta faixa de T_{op} , é possível usar ICs de baixo custo baseados em ligas de FSS e ASS.

As MS-SOFCs podem ser contruídas com os seguintes materiais e técnicas de conformação: (i) dois ICs densos baseados em ligas FSS, ASS ou $\text{Ni}_{62}\text{Mo}_{28}\text{Fe}_5\text{CrMnSi}$ (Hastelloy) com elevada resistência à oxidação conformados por usinagem ou estampagem; (ii) um PMS baseado em ligas FSS, ASS ou Hastelloy com $300 < \text{Espessura}(\mu\text{m}) < 500$ conformado por *tape casting*, impressão 3D ou folhas densas micro-perfuradas a *laser*; (iii) uma camada da DBL cerâmica de 10GDC com $500 < \text{Espessura}(\text{nm}) < 800$ depositada por PVD ou sol gel sobre

o PMS; (iv) uma camada do anodo base poroso de Ni/8YSZ com $20 < \text{Espessura}(\mu\text{m}) < 60$ depositada por *screen printing* ou *airbrushing* sobre a DBL de 10GDC; (v) uma camada do anodo ativo poroso de Ni/10GDC com $10 < \text{Espessura}(\mu\text{m}) < 20$ depositada por *screen printing* ou *airbrushing* sobre o anodo base; (vi) uma camada do eletrólito denso 8YSZ com $1 < \text{Espessura}(\mu\text{m}) < 5$ depositada sobre o anodo ativo por PVD ou sol gel; (vii) uma camada da DBL cerâmica de 10GDC com $500 < \text{Espessura}(\text{nm}) < 800$ depositada por PVD sobre a camada do eletrólito 8YSZ; (viii) uma camada do catodo LSC ($\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_{3-\delta}$) ou LSCF ($\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Co}_y\text{Fe}_{1-y}\text{O}_{3-\delta}$) de elevada atividade eletrocatalítica com $10 < \text{Espessura}(\mu\text{m}) < 30$ depositada sobre a DBL do eletrólito por *screen printing* ou *airbrushing*; (ix) uma camada da DBL de Co, ou espinélios de Co_xO_y , CuMn_2O_4 ou MnCo_2O_4 com $500 < \text{Espessura}(\text{nm}) < 800$ depositada por PVD sobre a camada do catodo ou sobre o IC metálico do catodo [19]–[22].

Inúmeros estudos sobre novos materiais, arquiteturas e engenharia de microestrutura para MS-SOFCs com excelentes performances vêm sendo reportados pela literatura internacional. Sobre o PMS baseado em liga FSS (Fe26Cr) ou ASS (Fe18Cr12Ni) é depositada uma camada da DBL 10GDC com ~ 800 nm por *radio-frequency sputtering* ($\text{RF}_{\text{sputt.}}$), por *E-beam* ou por sol gel. Esta DBL reduz a interdifusão de Fe, Cr e Ni para o anodo prevenindo a formação de óxidos isolantes aos portadores de carga eletrônicos. Em seguida, uma suspensão estável contendo partículas de Ni/8YSZ em uma solução de etil celulose em α -terpineol e formadores de poros (amido de milho, *carbon black* ou PMMA) com tamanho e distribuição dos tamanhos de partículas adequados é depositado por *screen printing* ou *airbrushing* usando uma malha de poliéster de pequena abertura. Em seguida, esta camada é secada e sinterizada para obter o anodo base sobre a primeira DBL previamente depositada sobre o PMS [19]–[22].

Na **Tabela 2** são apresentados algumas configurações de células MS-SOFCs com diferentes materiais, arquitetura e engenharia de anodos e catodos e o impacto que estas mudanças promovem na performance da célula em termos de densidade de potência, densidade de corrente e tensão quando alimentadas com H_2 e $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

Tab. 2 Diferentes materiais, arquiteturas e engenharia de algumas MS-SOFCs alimentadas com H₂ e C₂H₅OH. Adaptado de Yang et al. [23].

Anodo	Eletrólito	Catodo	P _{MÁXIMA} (mW.cm ⁻²)	Combustível (mol:mol) (%vol.) (Pa/Pa)	Principais conclusões	REF.
Ni/GDC (10 µm) depositado por <i>screen printing</i> sobre DBL YSZ acima do PMS de Fe17Cr estabilizado com Ti-Nb (200 µm)	GDC sobre a DBL YSZ do anodo (10-30 µm)	Compósito LSCF-GDC (35 µm)	250 a 550 °C	3%vol. de H ₂ O em H ₂	Forneceu 0,55 A.cm ⁻² e 0,9 V em 16 cm ² de área ativa	[24], [25]
Estrutura porosa de10SDC ^a infiltrada com 40%vol. Ni como catalisador sobre PMS ASS P434L	10Sc1CeSZ ^b (7 µm)	Pr ₆ O ₁₁	250 a 700 °C	55%vol. de H ₂ O em C ₂ H ₅ OH	Nanopartículas de Ni com elevada área superficial forneceu 0.44 A.cm ⁻² e 0.7 V em 5 cm ² de área ativa sem deposição de C em longo tempo de operação	[26], [27]
PMS Fe22Cr (240 µm) + anodo YSZ poroso ambos laminados por <i>tape casting</i> seguido de infiltração de 50vol.%Ni/10GDC	ScYSZ ^c (9 µm) 5GDC DBL depositada por PVD	LSC ^d (15 µm)	1400 a 700 °C	20%vol. de H ₂ O em H ₂	Forneceu 1,7 A.cm ⁻² e 0,5 V em 16 cm ² de área ativa. Estabilidade em até 1000 hs de testes a 650 °C	[28], [29]
Anodo de Ni/LDC ^e depositado por plasma <i>spray</i> (PS) sobre PMS Ni-Mo (1.2 mm)	DBL LSCM ^f depositado por PS sobre eletrólito LSGM ^g (60 µm)	SSC ^h depositado por PS com 15% em peso <i>carbon black</i>	1013 a 700 °C	H ₂	PMS de Ni-Mo com canais de baixa tortuosidade. O aumento da densidade de canais aumentou a P _{MÁXIMA} e o consumo de combustível fornecendo 1,4 A.cm ⁻² e 0,8 V em 16 cm ² de área ativa usando 46%vol. de combustível	[30]
Ni/10GDC (anodo ativo ⁱ : 23 µm) sobre Ni/8YSZ (anodo base: 25 µm) sobre PMS Fe26Cr (300 µm)	8YSZ (4 µm) 10GDC DBL (0.3 µm)	LSCF	1250 a 700 °C	20%vol. de H ₂ em N ₂	Anodos gradualmente funcionalizados foram otimizados pela mudança do anodo ativo Ni/8YSZ por Ni/10GDC. Forneceu 1,79 A.cm ⁻² a 0,7 V em 0.64 cm ² de área ativa resultou 38% de aumento na P _{MÁXIMA}	[20]

a: Ce_{0.80}Sm_{0.20}O_{2-δ}; **b:** (Ce_{0.01}Zr_{0.99})_{0.80}Sc_{0.20}O_{2-δ}; **c:** Y₂O₃-Sc₂O₃ co-doped ZrO₂; **d:** (La_{0.60}Sr_{0.40})_{0.99}CoO_{3-δ}; **e:** Ce_{0.55}La_{0.45}O_{2-δ}; **f:** La_{0.75}Sr_{0.25}Cr_{0.50}Mn_{0.50}O_{3-δ}; **g:** La_{1-x}Sr_xGa_{1-y}Mg_yO_{3-δ}; **h:** Sm_{0.50}Sr_{0.50}CoO_{3-δ}; **i:** anodo ativo composto pela camada ativa de Ni/10GDC (8 µm) mais uma camada intermediária de Ni/10GDC (15 µm).

Por exemplo, Dewa e colaboradores da Universidade do Estado de Washington (WSU) em parceria com a Nissan desenvolveram MS-SOFCs com a seguinte configuração: uma estrutura porosa do anodo YSZ co-dopado com Sc_2O_3 (Sc-YSZ) sobre PMS FSS 430 com $\sim 300\ \mu\text{m}$ de espessura ambos co-laminados por *tape casting* e infiltrados com Ni/GDC seguido pela deposição de uma densa camada do eletrólito Sc-YSZ sobre este anodo. Estas três camadas foram sinterizadas a $1350\ ^\circ\text{C}$ em atmosfera redutora de H_2 . Em seguida, 5%wt de nanopartículas do catalisador Rh/CeO₂-ZrO₂ foi infiltrado em ambos PMS e anodo poroso e a meia célula foi calcinada a $600\ ^\circ\text{C}$. Depois desta etapa, uma camada do catodo La_{0,80}Sr_{0,20}CoO_{3-x} foi depositada sobre o eletrólito Sc-YSZ por *screen printing* e ativado *in situ*. Células MS-SOFCs com $0,60\ \text{cm}^2$ de área ativa foram testadas usando *syngas* simulado. Esta célula sem e com o catalisador de 5%wt Rh/CeO₂-ZrO₂ forneceu, respectivamente, $240\ \text{mW}\cdot\text{cm}^{-2}$ e $700\ \text{mA}\cdot\text{cm}^{-2}$ a $0,90\ \text{V}$ e $210\ \text{mW}\cdot\text{cm}^{-2}$ e $520\ \text{mA}\cdot\text{cm}^{-2}$ a $0,81\ \text{V}$ na $T_{\text{op.}}=600\ ^\circ\text{C}$ [31].

Eletrólitos 8YSZ para MS-SOFCs tão finos quanto $1 < \text{Espessura}(\mu\text{m}) < 3$, livre de defeitos, com homogeneidade da espessura em grandes áreas de deposição vêm sendo obtidos por *gas flow sputtering*. Os eletrólitos 8YSZ com $2\ \mu\text{m}$ de espessura foram depositados por *gas flow sputtering* sobre anodos ativos de Ni/GDC. Estas MS-SOFCs apresentaram performance de **$\text{P}_{\text{MÁXIMA}} = 2,5\ \text{W}\cdot\text{cm}^{-2}$, densidade de corrente de $3,6\ \text{A}\cdot\text{cm}^{-2}$ e $0.7\ \text{V}$ de ddp em $T_{\text{op.}}=700\ ^\circ\text{C}$** usando **$\text{H}_2/\text{H}_2\text{O}$** como combustível [19]. Este *report* liderado por Udomsilp et. al foi considerado o recorde internacional em performance de MS-SOFCs e está sendo considerado como *target* nesta proposta. O PMS foi fornecido pela empresa Plansee (Áustria). Os eletrodos e as DBLs e eletrólitos foram obtidos, respectivamente, por *screen printing* e por *gas-flow sputtering*. Os eletrólitos 8YSZ com $2\ \mu\text{m}$ de espessura apresentaram maiores densidades de corrente do que àqueles com $4\ \mu\text{m}$ de espessura [20].

Muitas pesquisas são dedicadas à redução da espessura da camada do eletrólito das SOFCs em busca de técnicas de deposição capazes de manufaturar eletrólitos livres de defeitos. Dentre elas podemos citar: *tape casting* [32]; *spin coating* [33], ou técnicas PVD mais sofisticadas tais como *pulser-laser deposition* (PLD) [34], *atomic-layer deposition* (ALD) [34], *magnetron sputtering* ($\text{MS}_{\text{putt.}}$) [19] e *electron-beam sputtering* (*E-beam*) [35].

Muitos esforços visam também a redução da $T_{\text{op.}}$ da célula MS-SOFC usando eletrólitos de maior condutividade iônica e maior performance tais como céria dopada [36], [37], galatos de lantânio [38], zircônia cúbica estabilizada com escândio [32], [39], ceratos de bário dopados [7]. Entretanto, nenhum destes eletrólitos apresentam estabilidade estrutural e termodinâmica e baixo custo comparativo como os eletrólitos YSZ [19], [22], [35].

Empresas que manufaturam SOFCs e células eletrolizadores (SOECs) tais como a Elcogen, Sunfire, BloomEnergy, Siemens e Mitsubishi e centros de pesquisa tais como Jülich

GmbH vêm otimizando a deposição do eletrólito 8YSZ usando técnicas convencionais tais como *spray* pirólise. A empresa Ceres Power, adquirida pela Bosch, é a única empresa no mundo detentora de uma indústria 4.0 de alto valor agregado que manufatura MS-SOFCs usando técnicas comuns adaptadas para produção em larga escala e redução de custos tais como manufatura de PMSs por micro-perfuração a *laser* de chapas de aço inoxidável, deposição das DBLs e do eletrólito 8YSZ por PVD e conformação dos eletrodos por *screen printing* [22].

Centros de pesquisa tais como a Universidade Técnica da Dinamarca (DTU), WSU e LBNL vêm otimizando a manufatura de MS-SOFCs para a deposição do eletrólito 8YSZ, anodos Ni/YSZ e Ni/GDC e catodos de manganita de lantânio dopado com estrôncio (LSM), LSCF ($\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Co}_y\text{Fe}_{1-y}\text{O}_{3-\delta}$), BSCF ($\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Co}_y\text{Fe}_{1-y}\text{O}_{3-\delta}$), LSC e SSC por técnicas PVD mais sofisticadas que ainda podem ser melhor escalonadas para redução de custos [22].

O sucesso das MS-SOFCs deve-se também à elevada performance de finas camadas de catodos LSC e LSCF de elevada área superficial depositados sobre a DBL do eletrólito por *screen printing*, secadas em várias etapas e sinterizadas. Este procedimento é capaz de prover $1,0 < P_{\text{MÁXIMA}} (\text{W.cm}^{-2}) < 2,0$ e $1,4 < I_{\text{MÁXIMA}} (\text{A.cm}^{-2}) < 2,8$ a 0,7 V em $T_{\text{op.}} = 650^\circ\text{C}$ usando H_2 . Estes elevados valores de performance devem-se à baixa polarizabilidade dos portadores de cargas nas TPBs do catodo assim como a baixa tortuosidade das nanopartículas de Ni/10GDC percoladas e interconectadas da superfície inferior da camada do anodo ativo até a superfície inferior da camada do eletrólito. Esta arquitetura promove baixa impedância eletroquímica onde a fase metálica de Ni é responsável pelo transporte eletrônico em longo alcance enquanto ambas partículas de Ni e 10GDC promovem a eletrocatalise do H_2 e do *syngas* [19], [20], [22]. Os catodos podem ser sinterizados para obter as fases adequadas usando técnicas *ex situ* durante a selagem das MS-SOFCs antes da operação ou *in situ* durante a operação. Este passo, elimina uma etapa de processo e reduz o custo enquanto o PMS e o anodo permanecem em uma atmosfera inerte ou redutora de H_2 [40]–[42].

Os PMSs são componentes fundamentais e devem apresentar as seguintes características: (i) ser porosos para a difusão das espécies gasosas; (ii) ser mecanicamente resistentes para receberem os filmes finos cerâmicos da SOFC; (iii) apresentar compatibilidade com os CTEs dos filmes cerâmicos das SOFCs; (iv) apresentar boas resistências à oxidação e à degradação em baixas PP_{O_2} e na presença de H_2O e O_2 e (v) ter baixo custo [41].

Os PMSs mais usados são aços inoxidáveis geralmente preparados por metalurgia do pó por *tape casting*. Os PMSs baseados em ligas ferríticas tais como o 430, 441 e Crofer 22APU com diferentes quantidade de Cr apresentam $10 \times 10^{-6} < \text{CTE} (^\circ\text{C}^{-1}) < 12 \times 10^{-6}$ compatível com os CTEs das cerâmicas 8YSZ e 10GDC. Além destas características, os PMSs devem apresentar morfologias de esponjas ou malhas, ou serem finas folhas micro-perfuradas a *laser*. Também

podem ser preparados através da metalurgia do pó por prensagem uniaxial com um ligante, ou por *spray* pirólise, *electrospray* ou por impressão 3D [43].

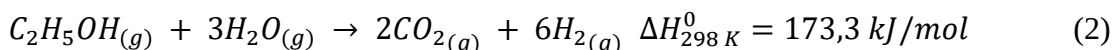
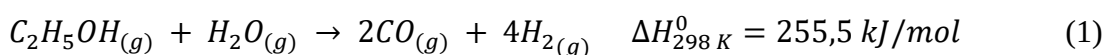
Mesmo com toda esta arquitetura, materiais de alto desempenho, processamento e deposição otimizados e a sinterização *in situ* para prevenir a oxidação do PMS e degradação do catodo, é comum surgir sinais de oxidação do PMS e a degradação do Ni no anodo e nas interfaces das DBLs. O Fe e Cr do PMS difunde, evapora e precipita sobre as partículas de Ni no anodo formando óxidos isolantes tais como NiCr_2O_4 and Fe_2O_3 . É comum a formação de escamas de Cr_2O_3 na superfície das partículas do PMS ao longo do tempo de operação. Próximo dos pescoços de sinterização entre as finas partículas do PMS este fenômeno é pior devido a elevada energia superficial. O Ni do anodo também difunde, evapora e precipita sobre as partículas do PMS FSS provocando transição para a fase austenítica $\text{FSS} \rightarrow \text{ASS}$ [44]. Embora os PMSs em ASS apresentem melhor resistência à oxidação, o $\text{CTE}_{\text{ASS}} = 17,3 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ é muito maior do que o $\text{CTE}_{\text{FSS}} = 11,2 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. Esta transição de fase dispara a nucleação e propagação de trincas e falhas mecânicas por delaminação surgem na interface entre o PMS e o anodo pois o $\text{CTE}_{\text{Ni/8YSZ}} = 12 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ e $\text{CTE}_{\text{8YSZ}} = 14 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ entre $300 < T(^\circ\text{C}) < 900$ são bem diferentes do CTE das ligas ASS [45], [46].

Estes mecanismos de degradação são responsáveis pela queda de performance das MS-SOFCs ao longo do tempo devido à falhas durante a deposição das DBLs sobre os PMSs. Uma estratégia para contornar este problema é a deposição de Co-Mn ou Cu-Mn por PVD ou sol gel para formar espinélios de $\text{Co}_2\text{Mn}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{O}_4$ e CuMn_2O_4 condutores eletrônicos sobre os PMSs. Em seguida, uma camada de contato de LSM ou LSC é depositada sobre estes espinélios para prevenir a interdifusão de Co e Mn para o Ni do anodo. Mas esta DBL é tecnologicamente recente e carece de otimização [47], [48].

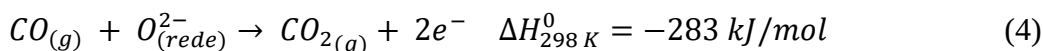
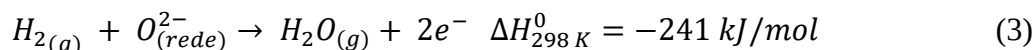
As ligas FSS e ASS também são usadas como ICs densos em MS-SOFCs, melhorando a soldabilidade com os PMSs [40]. Empresas tais como a Sandvik Materials Technology manufaturam em larga escala ligas de aço inoxidável recobertas com uma DBL bimetálica de CeCo com $\sim 800 \text{ nm}$ de espessura para serem usadas como ICs de MS-SOFCs [49]. Alguns pesquisadores tem mimetizado este processo em larga-escala em laboratório pela deposição de Co metálico com $\sim 600 \text{ nm}$ de espessura sobre a superfície de ICs FSS para aplicação ao lado do catodo. Durante a operação do *stack* de MS-SOFCs, o Co metálico é oxidado em Co_3O_4 na interface entre o catodo e o IC FSS [50]. Este óxido reage com o Mn do IC do catodo formando um filme de $(\text{Co}_x\text{Mn}_y)_3\text{O}_4$ que previne a evaporação e a difusão de Cr em até 3.000 horas na $T_{\text{op.}} = 850 \text{ }^\circ\text{C}$ [51]. Todas os mecanismos de degradação descritos acima são bem conhecidos para o uso de H_2 e CH_4 em *stacks* de MS-SOFCs. Espera-se que mecanismos semelhantes surjam durante o uso de gás-reformado a partir do Etanol.

A reforma externa consiste basicamente na passagem de hidrocarbonetos combustíveis em um sistema que contém um catalisador baseado em Ni, Ru ou Rh sobre um suporte aquecido, geralmente cerâmicas à base de Al_2O_3 , La_2O_3 , CeO_2 , ZnO e MgO ou aluminossilicatos. A temperatura de catálise (T_{cat}) depende de cada sistema e pode variar entre 250 e 950 °C. Pela técnica de impregnação úmida sobre o suporte via infiltração e calcinação, é possível maximizar os parâmetros de catálise tais como a conversão de hidrocarboneto, produção e seletividade de H_2 . Esses parâmetros, além da estabilidade termoquímica e tolerância à formação de coque, podem ser otimizados pela escolha adequada do promotor de catálise e o seu suporte. Os promotores de catálise também podem ser os metais Co, Cu, Sn, Pt, Pd, Mn, Nb e Au que quando adicionados ao Ni, Ru ou Rh formam ligas metálicas melhorando a conversão e seletividade de H_2 diminuindo a formação de coque [52], [53].

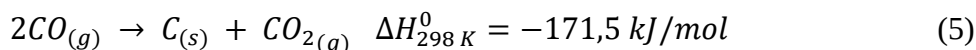
A ESR produz H_2 de acordo com as equações abaixo:



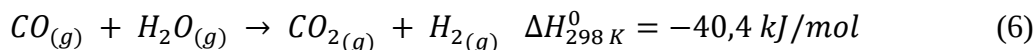
O H_2 e CO são convertidos pelos ânions O^{2-} no anodo da MS-SOFC de acordo com as equações abaixo:



A formação de coque sobre o catalisador do reformador também pode ocorrer de acordo com a equação abaixo:



Entretanto, reações entre CO e H_2O podem gerar mais H_2 e CO_2 através da reação de deslocamento da H_2O (WGS: *water-gas shift reaction*) reduzindo a formação de coque sobre o catalisador do reformador de acordo com a equação abaixo:



As reações endotérmicas são favorecidas pelo aumento de temperatura e as exotérmicas pela diminuição da temperatura. Portanto, os reatores de produção de *syngas* a partir do bioetanol são constituídos por dois reformadores: (i) uma para a ESR na $T_{\text{cat}} \cong 600$ °C baseado em reformadores estado-da-arte Ni/ Al_2O_3 ou Ni/ CeO_2 e outro (ii) para a WGS baseada em reformadores estado da arte Fe_xO_y para produzir mais H_2 na $T_{\text{cat}} \cong 300$ °C [54].

Essas reações ocorrem sobre a superfície dos metais catalisadores sobre suportes cerâmicos. Os suportes cerâmicos vêm sendo usados nos conversores automotivos portáteis para a transformação dos gases de exaustão CO , NO_x e hidrocarbonetos em gases menos agressivos ao meio ambiente. Para essa aplicação, o suporte deve possuir elevada densidade de

canais com área superficial total de $\sim 1 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ com baixa perda de carga, boa resistência ao choque térmico e à vibrações mecânicas além de baixos CTEs e densidade. Geralmente, sua macroestrutura contém canais retangulares e retos da ordem de milímetros em sua abertura de entrada e comprimento de dezenas de centímetros (monolíticos), ou possuem poros hexagonais na forma de favos de mel (*honeycomb*) ou são esponjas com poros aleatórios. Suportes cerâmicos monolíticos e na forma *honeycomb* baseados em aluminossilicatos do tipo cordierita $(\text{MgO})_2(\text{Al}_2\text{O}_3)_2(\text{SiO}_2)_5$, SiC e $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ são obtidos por extrusão cerâmica precisa e usados em conversores automotivos há mais de 35 anos.

Na **Tabela 3** são apresentados alguns estudos selecionados para a ESR e para reforma autotérmica (ATR) utilizando diversos catalisadores. Dentre todos esses sistemas, aqueles que possuem Pd, Rh e Ni sobre MgO, ZnO, CeO_2 e La_2O_3 exibem a melhor performance em termos de conversão de etanol e seletividade de H_2 . O uso de vapor de água e oxigênio são promissores na supressão da formação de coque sobre o catalisador [55], [56].

Sistemas em escala bancada já são empregados para a obtenção de H_2 por reforma a vapor de CH_4 [57]. Nesta configuração, os autores afirmam ter obtido conversões acima de 90% e produção de H_2 da ordem de 10 L/min. O reformador foi desenhado com 110 cm de comprimento e diâmetro interno de 32 mm, contendo *pellets* à base de Ni.

Embora o sistema químico seja diferente para a ESR, especialmente a proposta deste projeto, encontra-se similaridade no desenho do sistema experimental e estratégia reacional. Há pouca literatura disponível sobre a ESR, visto que este insumo é mais largamente empregado no Brasil. Contudo, o estado da arte de reformadores para a reação de reforma do CH_4 revela um sistema que pode ser adaptado, havendo ainda espaço para importantes inovações. Na **Figura 2** é apresentado um esboço esquemático de um protótipo de um reator externo com reformador de bioetanol em H_2 e esquemático para estação de testes para prova de conceito.

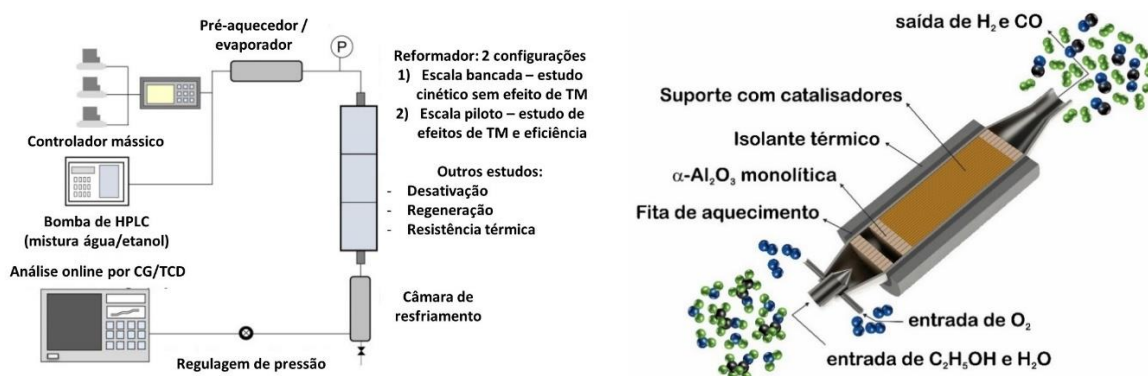


Fig. 2 Projeto CAD, apenas para prova de conceito, de uma estação de testes com analisador on-line e reformador externo de bioetanol em H_2 e CO antes destes *syngas* ser convertido em energia elétrica no *stack* de MS-SOFCs. Fonte: preparado pelos autores.

Tab. 3 Diferentes sistemas ESR com catalisadores e suportes obtidos por diferentes métodos de preparação. Adaptado de Ni [56] e Sengodan [52] et al.

Reformador	Metodologia	T _{cat.} (°C)	Taxa de conversão ($L \cdot h^{-1} \cdot g_{cat.}^{-1}$)	Razão molar H ₂ O/C (ESR)	Conversão (%)	Seletividade de H ₂ (%)	REF.
1wt% Ru/CeO ₂	impregnação	450	-	3:1	>90	57	[58]
15.3wt% Ni/La ₂ O ₃	impregnação	250	-	3:1	81	49	[59]
3.8wt% Ni/Al ₂ O ₃	precipitação/impregnação	650	-	3:1	100	89	[60]
CuNi/CeO ₂	impregnação	450	57	10:1	60	70	[61]
Ni/La ₂ O ₃ -ZrO ₂	impregnação	350	9.2	30:1	100	55	[62]
Ni/CeO ₂ -ZrO ₂	impregnação	650	5.5	8:1	100	>75	[63]
Ni/GDC	combustão hidrotérmica	850	80	3:1	100	65	[64]
Ni/TiO ₂	precipitação/impregnação	500	29.2	3:1	99	-	[65]
Ni _{0,95} Mo _{0,05} /SiO ₂	combustão hidrotérmica	700	8.6	3:1	80	80	[66]
CuNi/SiO ₂	impregnação	350	17.2	6:1	100	-	[67]
Pt-Ni/CeO ₂	hidrotérmica/impregnação	500	36	3:1	69	-	[68]
Pt _{1,5} Co _{98,5} /ZrO ₂	sol-gel/impregnação	300	22	13:1	100	-	[69]
Ni ₃ Mg ₂ AlO _y	precipitação	300	168	3:1	100	60	[70]
Co ₂ MnO ₄	combustão	700	8.8	0.33:1	100	71	[71]
2KCo/ZrO ₂	impregnação	420	60	9:1	100	74	[72]
La _{0,6} Sr _{0,4} CoO ₃	sol-gel citrato amorfo	700	40	3:1	100	70	[73]
La _{1-x} Ca _x Fe _{0,7} Ni _{0,3} O ₃	Pechini	650	400	3:1	100	65	[74]
La _{1-x} K _x Fe _{0,7} Ni _{0,3} O ₃	Pechini	450	60	3:1	100	70	[75]
LaCo _x Ni _{1-x} O ₃	Pechini	550	60	3:1	100	60	[76]
Ni/LaFe _{0,7} Co _{0,3} O ₃	Pechini	550	80	3:1	100	67	[77]
Mn/Co _{0,1} Si _{0,9} -aluminossilicato	hidrotérmica/impregnação	600	8.6	0.33:1	100	97	[78]
Rh/5%La ₂ O ₃ -CeO ₂ -Al ₂ O ₃	impregnação	500	82.2	3:1	70	70	[79]
Rh/CeO ₂	deposição/impregnação	650	382	3:1	100	72	[80]
Ir/CeO ₂	deposição/impregnação	650	6	1.8:1	100	55	[81]
Ir/CeO ₂	deposição/impregnação	450	22	4:1	100	-	[82]
Ir/Ce _{0,9} Pr _{0,1} O ₂	impregnação	450	18	3:1	95	60	[83]
Rh-Co/CeO ₂	impregnação	450	72	3:1	90	60	[84]
Rh/MgO	impregnação	650	24	8.4:1	100	92	[85]
Pt/CeO ₂	impregnação	350	25.4	3:1	82	-	[86]
Pt/CeZrO ₂	precipitação/impregnação	500	80	0	100	>50	[87]

Metodologia

Nesta seção serão detalhados os equipamentos necessários para a otimização dos processos de manufatura e para a validação e certificação dos componentes das MS-SOFCs, das células MS-SOFCs, dos *stacks* de MS-SOFCs e dos reformadores seguindo protocolos de garantia de qualidade (QA: *quality assurance*) e de controle de qualidade (QC: *quality control*) bem definidos. No final, será descrito sucintamente, como exemplo, o protocolo de garantia de qualidade para validação das células MS-SOFCs e *stacks* de MS-SOFCs frente à performance e durabilidade. Os ICs também terão protocolos de QA e QC.

Seleção e criação da infraestrutura para construção das MS-SOFCs

Os atuais desenvolvimentos do grupo de pesquisa e o aporte de recursos prévios, como o FUNDEP 27192.01.02/2021.04.00 e FINEP 111/21 permitiram a criação dos primeiros protótipos de células MS-SOFCs e seus componentes básicos no Brasil. Nos projetos de P&D supracitados o grupo pode testar diferentes métodos construtivos avaliando viabilidade técnica e estudando sua possível escalabilidade também em discussões contínuas com os parceiros do setor de transportes. Com base nesse conhecimento e levantamentos bibliográficos, tanto da academia, como indústrias emergentes, propomos a criação de uma linha para manufatura de células MS-SOFCs piloto. A linha será dividida em métodos para conformação: (i) de PMSs por *tape casting*, emprego de finas chapas de aço inox micro-perfuradas de à laser e por manufatura aditiva; (ii) de eletrodos por *screen printing* e *airbrushing*, (iii) de eletrólitos e DBLs por *E-beam* e *spin coating*. A presente proposta trabalha em sinergia com projetos vigentes dentro do programa do ROTA 2030 e em contratação via ANP que atualmente visam a conformação de PMSs, de eletrodos e eletrólitos para estudos laboratoriais cuja estrutura se somará à presente proposta, multiplicando recursos.

Os materiais dos PMSs, dos eletrólitos e dos eletrodos usados nas MS-SOFCs serão adquiridos prontos e processados por mistura convencional ou, se for o caso, serão obtidos por rotas químicas tais como Pechini modificado ou por *spray dryer* seguido de tratamento térmico para obtenção das fases. Para isso, são necessárias **muflas especiais** que permitem a criação de atmosferas inertes até 1200 °C. Esses materiais na forma de pós com diferentes morfologias, tamanhos e distribuição de tamanhos de partículas serão usados (i) na preparação de suspensões aquosas ou orgânicas estáveis para a colagem de fitas dos PMSs por *tape casting*; (ii) na preparação de pastas dos eletrodos para a deposição por *screen printing*; (iii) na preparação de suspensões dos eletrodos para a deposição por *airbrushing*; (iv) na preparação de suspensões dos materiais precursores dos *targets* por mistura convencional em moinho vibratório de alta energia seguido de prensagem e sinterização para deposição das DBLs e eletrólitos por *E-beam*

e na preparação de suspensões coloidais para a deposição das DBLs e eletrólitos por *spin coating* de sol gel.

Fornos especiais que alcancem até 1700 °C, que sejam 100% estanques e capazes de permitir a criação de atmosferas sintéticas inertes e redutoras são necessários para a sinterização das células MS-SOFCs sem ocorrer a oxidação do PMS. Na **Figura 3** são apresentados imagens de microscopia eletrônica de varredura (SEM) do PMS ASS 316L obtido em tempo recorde (4 meses). Na formulação deste PMS foi usada uma suspensão aquosa com aditivos de processo não tóxicos e não agressivos ao meio ambiente em conjunto com um processamento otimizado para sinterização em baixa temperatura a fim de evitar a precipitação de carbeto de cromo e redução da resistência à oxidação.

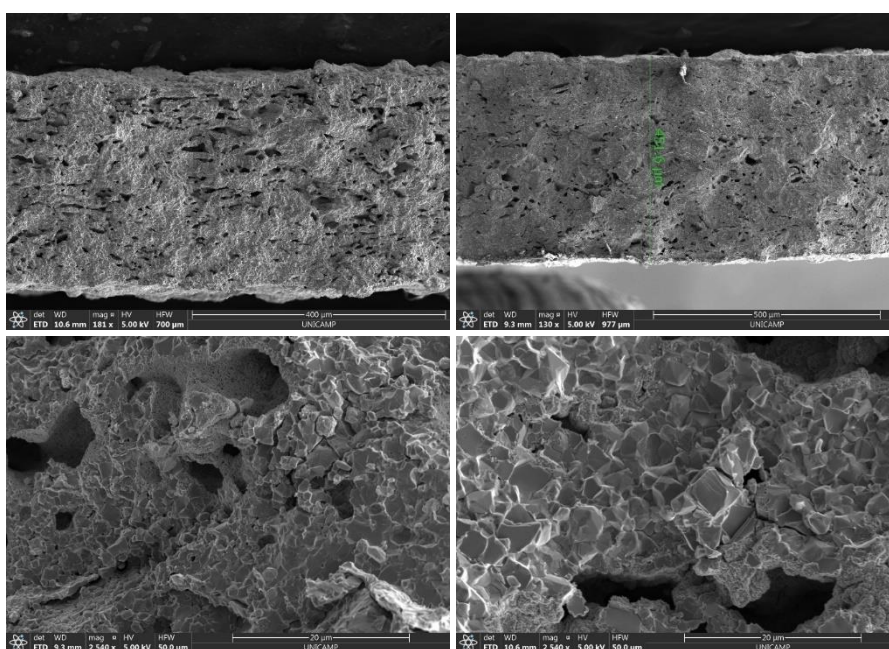


Fig. 3 Imagem de SEM da fratura da seção transversal do PMS em liga ASS 316L (~450 µm) sinterizado a (esquerda) 800 °C e (direita) 900 °C durante 2 horas em atmosfera inerte de argônio, ambas conformadas por *tape casting* a partir de uma suspensão aquosa composta por um pó metálico com distribuição bimodal do tamanho de partículas.

Pela imagem percebe-se que a espessura do PMS não é constante. Seria fundamental a aquisição de um **reômetro** para o controle de qualidade das propriedades reológicas das suspensões tais como a viscosidade (η) em função da taxa de cisalhamento ($\dot{\gamma}$), reopexia e pseudoplasticidade. Dados da η em função da $\dot{\gamma}$ são importantes para a reprodutibilidade da espessura após a secagem da fita verde conformada por *tape casting*. Essas propriedades são importantes para a completa caracterização da suspensão e a escolha da $\dot{\gamma}$ do processo de conformação da suspensão para obtenção da fita flexível do PMS, de elevada qualidade e sem defeitos visuais.

Nós já dominamos esse processo de conformação em escala laboratorial mas precisamos escalonar e além do reômetro é crucial a aquisição de um **tape caster** com total controle dimensional equipado com sistema de secagem contra-fluxo dentro do próprio túnel de conformação do equipamento. Pretendemos desenvolver um novo processo em larga escala para produção das MS-SOFCs já integradas aos ICs usando co-laminação e co-sinterização baseado em um trabalho publicado na revista *Nature* e, também por este motivo, a aquisição de um novo *tape caster* de maior resolução e controlabilidade é fundamental [88]–[91]. Estamos comprando uma **impressora 3D** de filamentos com carga polimérica para prototipagem de PMSs a verde seguido de *debinding* e sinterização para obtenção de PMSs com maior controle do tamanho e orientação dos poros.

Suspensões coloidais com nanopartículas cerâmicas e sol gel de metalorgânicos serão preparados para a deposição das DBLs e eletrólitos por *spin coating*. Neste mês de junho/2023 conseguimos o comunicado de invenção e a patenteabilidade pela INOVA-UNICAMP de um processo inovador para a obtenção de sol gel de 10GDC e CoO estáveis sobre PMSs ASS 316L. Estamos comprando dois **spin coaters** com excelente controle de vibração para deposição das DBLs e eletrólito em áreas ativas de até 216 cm².

Entretanto, em termos de qualidade microestrutural, homogeneidade e reprodutibilidade da espessura das DBLs e dos eletrólitos, a aquisição de um **E-beam** seria fundamental para escalonabilidade e para o QA e QC destes filmes que devem ser densos. Estas DBLs serão depositadas entre o PMS e as camadas dos anodos, entre o eletrólito e o catodo e sobre o catodo ou sobre o IC do catodo. Na **Figura 4** são apresentadas imagens de SEM da superfície do PMS ASS 316L obtido por *tape casting* e sinterizado (esquerda) a 900 °C por 2 horas sem a DBL e com (direita) uma DBL de 5GDC co-dopada com 2%mol de ZrO₂ (2Zr-5GDC) depositada usando um *E-beam*.

Na imagem da **Figura 4** à esquerda, a morfologia facetada é típica da superfície de fratura do PMS ASS 316L. Na imagem da direita, a superfície do PMS ASS 316L está recoberta com partículas “esféricas” da DBL de 2Zr-5GDC. A morfologia esférica das partículas 2Zr-5GDC sobre o PMS é típico deste processo de deposição da DBL por *E-beam* sobre o PMS ASS 316L. Estas amostras foram recobertas com a DBL 2Zr-5GDC usando o *E-beam* disponível no laboratório LNNANO do CNPEM. Para termos acesso a este equipamento precisamos aprovar projetos de pesquisa pelo LNNANO. Infelizmente, apenas uma vez por ano são abertas chamadas para envio de projetos. Aprovamos um no ano passado e outro para agosto/2023. Nossa intenção é manufaturar a melhor célula MS-SOFC em laboratório e, em seguida escalonar para áreas de até 216 cm². Para isso precisamos do nosso próprio **E-beam**.

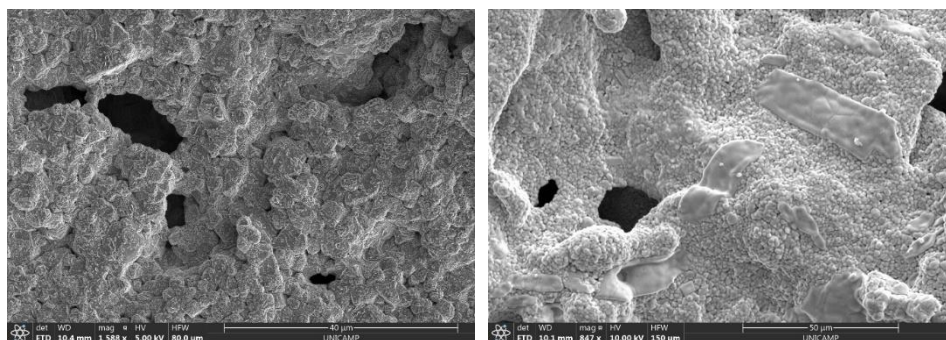


Fig. 4 Imagens de SEM da superfície do PMS ASS 316L sinterizados a 900 °C por 2 hs em (esquerda) atmosfera inerte de argônio sem a DBL e (direita) com a DBL de 2Zr-5GDC depositada por *E-beam*.

Nos já desenvolvemos aqui na UNICAMP, o processo de manufatura para a obtenção de targets para *E-beams*. Para a conformação das DBLs por *E-beam* já dominamos o processo de manufatura de *targets* de 10GDC, Co e CoCe metálicos, CoO, $\text{Cu}_2\text{Mn}_{0,5}\text{Al}_{0,5}\text{O}_4$, CuMn_2O_4 e CoMn_2O_4 . Já dominamos também o processo de manufatura de *targets* de 8YSZ para a deposição do eletrólito. Na **Figura 5** é apresentada a imagem de SEM do PMS FSS 410L com uma camada do anodo base depositada por *airbrushing*.

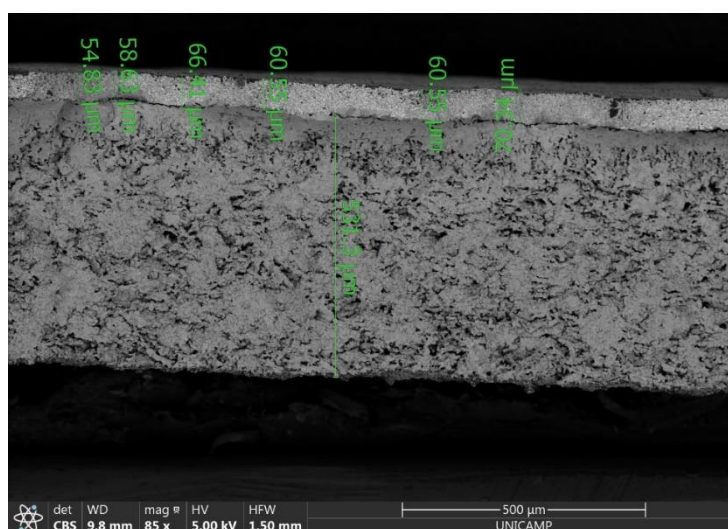


Fig. 5 Imagem de SEM da fratura da seção transversal do anodo base NiO/8YSZ depositado por *airbrushing* sobre o PMS FSS 316L previamente conformado por *tape casting* e ambos sinterizados a 1300 °C por 2 horas em atmosfera inerte de argônio.

É possível notar a heterogeneidade na espessura do anodo base depositada sobre o PMS. Para a produção em larga escala, eletrodos funcionais com homogeneidade e reprodutibilidade da espessura entre 5 e 80 µm e de baixa rugosidade devem ser depositados sobre as DBLs dos PMSs usando **screen printers** automáticos e de elevada resolução dimensional para a deposição da camada do eletrólito 8YSZ sem defeitos.

Para a conformação dos anodos, serão usados compósitos baseados em cermetos Ni/8YSZ, Ni/10GDC, Ni-Cu/10GDC e Ni-Co/10GDC. O tamanho e a distribuição de tamanhos de partículas e de poros e a fração volumétrica de cada fase serão controlados a fim de obter camadas funcionais hierárquicas e microestrutura otimizada de elevada performance buscando a densidade de potência de 1 W/cm^2 . Para uma adequada rede de poros aberta e interconectada serão usados formadores de poros tais como amido de milho, *carbon black* ou PMMA.

O anodo será composto em até três camadas: funcional, base e ativo. Para evitar a interdifusão do Cr do PMS para o anodo e do Ni do anodo para o PMS FSS será depositada uma DBL entre o suporte e o anodo funcional ou anodo base. O material usado nas DBLs será o eletrólito 10GDC ou CoO. Para a DBL entre o eletrólito e o catodo será usado 10GDC. Para a DBL entre o catodo e o IC do catodo será depositado Co ou CoCe metálicos, ou espinélio baseados em CoO, $\text{Cu}_2\text{Mn}_{0,5}\text{Al}_{0,5}\text{O}_4$, CuMn_2O_4 e CoMn_2O_4 sobre o catodo ou sobre o IC denso do catodo.

Estas DBLs serão conformadas por *spin coating* de sol gel ou por **E-beam**. O *E-beam* é um tipo de PVD onde um *target* na forma de *pellet* é colocado dentro de um cadinho refratário em uma câmara de alto vácuo. Um feixe de elétrons de alta energia é focado sobre o *pellet* varrendo-o em formato de infinito. O feixe evapora o *target* e o material é depositado sobre o substrato formando filmes tão finos quanto 200 nm ou até 3 microns com taxas de deposição razoáveis permitindo seu *scale-up*.

Para o catodo serão utilizadas perovskitas tais como LSM, LSC, LSCF, BSCF e espinélio baseados em CoMnAlO_4 (CMA). Estes materiais serão depositados por *screen printing* ou *airbrushing*. Cabe ressaltar, que os PMSs também serão conformados por impressão 3D usando uma impressora capaz de imprimir filamentos de aço em pó com 10% de carga polimérica. Serão modelados em CAD diversos tipos de PMSs com micro-canais. Estes modelos serão impressos usando filamentos em aços inoxidáveis 316L e 17-4PH. Estas peças serão secas, tratadas termicamente para *debinding* e sinterizadas em atmosfera inerte ou redutora para obtenção dos PMSs livres de oxidação e degradação.

Na **Figura 6** são apresentadas imagens de SEM de uma MS-SOFC onde o PMS FSS 410L foi conformado por *tape casting* e sinterizado a 1300°C por 2 horas. Em seguida, o anodo base de NiO/8YSZ, o eletrólito 8YSZ e o catodo LSM/8YSZ foram depositados por *airbrushing* e sinterizados a 1300°C por 2 horas.

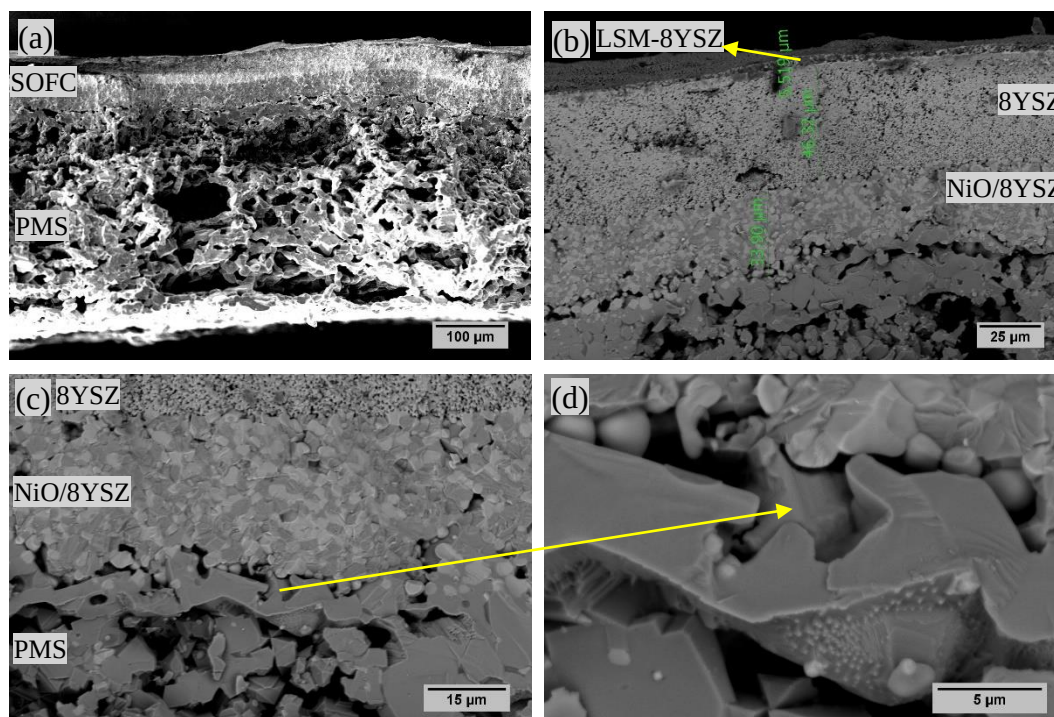


Fig. 6 Imagem de SEM da fratura da seção transversal em várias magnificações de uma MS-SOFC sem DBLs composta pelo PMS FSS 410L (~400 μm), anodo base NiO/8YSZ (~34 μm), eletrólito 8YSZ (~46 μm) e catodo LSM-8YSZ (~6 μm) sinterizados a 1300 $^{\circ}\text{C}$ por 2 horas em atmosfera inerte de argônio.

Esta ainda não é a melhor célula MS-SOFC. Não possui as DBLs para aumento do *lifespan* da célula, o anodo está muito denso e o eletrólito poroso. Entretanto, foi construída apenas para prova de conceito e ajuste dos parâmetros de processo dos equipamentos. O processo de conformação do eletrólito 8YSZ por *airbrushing* não é adequado para a obtenção de filmes cerâmicos densos. Este tipo de processo é mais indicado para a conformação de eletrodos porosos. Para tentar densificar o eletrólito sem aditivos de sinterização, a célula foi sinterizada a 1300 $^{\circ}\text{C}$ por 2 horas. Esta temperatura é muito alta para o anodo base e o mesmo sinteriza reduzindo sua porosidade e os canais para transporte dos gases além de promover a redução da área superficial disponível para eletrocatalise. Este resultado carece de otimização mas é importante para realçarmos a necessidade de equipamentos estratégicos tais como o **tape caster** e **screen printer** ambos da HaikuTech e o **E-beam** da Angstrom para o total controle dimensional e superior qualidade das camadas dos componentes das MS-SOFCs.

Os suportes dos reformadores serão obtidos por extrusão de uma massa hidroplástica cerâmica na forma de canais monolíticos usando uma **extrusora**. Estes suportes serão secos, sinterizados na atmosfera ambiente e infiltrados e impregnados com as fases ativas dos catalisadores para obtenção dos reformadores em fornos estanques para a criação de atmosferas sintéticas. Estes **reformadores** serão testados em um **forno** especialmente desenhado para o levantamento de dados de performance, de conversão de Etanol e de seletividade de H_2 . Em

seguida, os reformadores otimizados serão acoplados em um reator com **sistema periférico de controle** e ligado a uma **bomba HPLC** para alimentação da mistura Etanol/Água dentro do reformador. Todo este sistema será controlado por um **computador**

Cabe ressaltar também a aquisição de: (i) uma **balança** com kit para ensaios de imersão de amostras porosas em líquidos usando o **princípio de Archimedes** para a caracterização da densidade do corpo e real dos PMSs e eletrodos das MS-SOFCs a fim de quantificar os poros abertos e interconectados assim como a área superficial disponível; (ii) um **microscópio ótico com câmera CCD e software de análise** para apoio na preparação de amostras para observação em microscópios eletrônicos e para a quantificação dos poros abertos e fechados dos PMSs e dos eletrodos; (iii) um **dilatômetro** para cálculo da temperatura de sinterização e dos coeficientes de expansão térmicos dos materiais usados nas células e nos reformadores.

Design e construção dos ICs ultrafinos

Conforme anteriormente mencionado, um adequado *design* dos ICs é crucial para uma aplicação embarcada. Como o conjunto para a célula MS-SOFC possuirá uma espessura total entre 0,7 e 1 mm, a contribuição da espessura e do peso para os ICs será decisivo na criação de um módulo compacto e leve. O *design* dos ICs deve ser capaz de distribuir o fluxo dos gases contendo o *syngas* reformado do Etanol e o O₂ do ar em direção às TPBs do anodo e do catodo, respectivamente. Deve ter um bom contato elétrico com ambas as faces da célula para extrair a corrente elétrica e deve ser quimicamente resistente às atmosferas redutoras e oxidantes. Deve ser projetado para um grande número de ciclagens da célula mantendo a estanqueidade.

Para que a célula atenda todas estas características, propõe-se a utilização de ferramentas de virtualização incluindo modelagem computacional e simulação numérica. Uma abordagem multifísica será utilizada a partir do acoplamento entre: (i) a modelagem e simulação do escoamento reacional em ambos os lados da célula; (ii) a transferência de massa e calor no anodo, no catodo e no eletrólito e (iii) sua interação com o campo elétrico. Serão considerados os efeitos do gradiente de pressão, de temperatura e de concentração associados aos processos reacionais em ambos os lados da célula além de sua interação com o campo elétrico. O domínio físico será modelado utilizando ferramentas CAD (*Computer Aided Design*) e será discretizado utilizando ferramentas de pré-processamento de CFD (*Computational Fluid Dynamics*). O modelo matemático será discretizado utilizando o método dos volumes finitos e um *solver* comercial de CFD (ANSYS *Fluent*: temos a licença pelo laboratório da FEQ sob coordenação do Prof. Dirceu Noriler).

Toda a análise CAD e CFD serão utilizadas para as etapas de pré-processamento, processamento e pós-processamento, em ambiente CAE (*Computer Aided Engineering*). A

metodologia numérica, incluindo a definição das geometrias da célula a ser estudada, a malha numérica apropriada, parâmetros da solução numérica como passo de tempo, esquemas de interpolação, métodos de construção dos gradientes, acoplamento pressão-velocidade, entre outros, serão customizados a fim de obter uma solução estável e convergida. A análise de dados será realizada a partir dos campos de velocidade, pressão, composição, temperatura e corrente elétrica. Aspectos geométricos dos canais (profundidade, largura e forma) além de seu número e configuração do sistema (com reciclo e sem reciclo) serão avaliados com o objetivo de determinar a configuração ótima em relação a potência gerada por combustível consumido. Estas informações servirão como base ao *design* dos ICs, reduzindo o tempo de desenvolvimento e custos com moldes.

O desenvolvimento de uma placa metálica adequada para aplicação como IC de células MS-SOFCs requer uma metodologia específica para garantir o desempenho e a durabilidade do componente baseada na definição de requisitos técnicos e de operação do *stack* tais como: (i) determinação da potência, ddp e potencial de circuito aberto (OCV), $T_{op.}$, etc; (ii) a seleção de materiais metálicos considerando a condutividade elétrica, a estabilidade térmica, a resistência à oxidação e a compatibilidade do CTE com os CTEs dos outros componentes da célula; (iv) o projeto da placa considerando a distribuição uniforme da corrente elétrica, minimização de perdas de condutividade elétrica e maximização da área de contato; (v) a manufatura do protótipo por estampagem seguido de usinagem para extração de material excedente e das entradas/saídas e dos canais de fluxo dos gases corte à *laser* e (vi) a verificação da reprodutibilidade do *design* pelo processo de conformação usado na prototipagem do IC.

Após a definição do melhor *design* de canais para uma dada área da célula e para o sistema de distribuição dos gases (*manifold*), será realizada a construção dos moldes para o processo de estampagem usando prensas hidráulicas da marca Luxor. Para a construção do molde assim como o acabamento dos ICs estampados, os seguintes equipamentos do SENAI CIMATEC/BH estarão à disposição: (i) impressora 3D Jet Fusion 5200 para a fabricação das peças do molde tais como machos; (ii) centros CNC Romi D1500, Kern Pyramid e Meltio Engine CNC para a fabricação dos moldes e (iii) sistema de corte à *laser* ECNC para fabricação dos moldes e cortes das entradas e saídas dos gases e *manifold* de distribuição dos gases nos ICs.

Para a validação do processo de manufatura dos ICs por estampagem, as seguintes caracterizações e testes serão realizados: (i) medida de resistividade elétrica; (ii) estabilidade térmica; (iii) resistência à corrosão; (iv) testes eletroquímicos e (v) avaliação dos CTEs. Com base nos resultados dos testes, serão ajustados o *design* e o processo de fabricação, se necessário. Os testes poderão ser repetidos para verificar se as modificações resultaram em melhorias.

Métodos de testagem, validação e certificação de células MS-SOFCs e reformadores

Como importante parte da infraestrutura multiusuário, também é proposta a criação de uma estrutura própria para testagem almejando a futura validação e certificação com protocolos de QA e QC das células MS-SOFCs e dos reformadores. A testagem das células MS-SOFCs e validação dos métodos construtivos serão realizados de modos distintos, com o uso de: (i) **sistemas Test-Beds da MTI e Fiaxell** para testes rápidos de células circulares (*button cells*) de até 30 mm de diâmetro com 2 e 3 eletrodos para a validação de materiais, morfologia destes materiais, microestrutura e arquitetura das células e para a otimização e validação dos métodos construtivos; (ii) **sistemas Test-Beds da Fiaxell** para testes longos de *button cells* com até 80 mm de diâmetro e células retangulares com até 160x120 mm de área ativa para a validação da performance através de curvas de polarização e impedância eletroquímica (EIS) e para a otimização e validação dos métodos construtivos através dos parâmetros construtivos da célula tais como a condutividade do eletrólito, a resistividade ASR das interfaces PMS/eletrodos, as atividades dos eletrodos assim como a distribuição dos tempos de relaxação (DRT) dos processos eletroquímicos (*fingerprint*) permitindo um completo levantamento de importantes dados de durabilidade e *lifespan* das células.

Estes sistemas possuem seu próprios impedancímetros (FRAs: *frequency response analysers*) para caracterização das células MS-SOFCs, mas precisamos de um **booster** com **mais canais e módulos FRAs** em nosso **Autolab** para coleta de dados de EIS e para as curvas de polarização de *stacks* com até 10 células (~10V e 216A, considerando 1V e 1A por 216 cm² por célula: 2,16 kW) ou 20 células (~20V e 216A: 4,32 kW). O sistema Test-Bed da Fiaxell para células retangulares de 160x120 mm de área útil pode passar por um *upgrade* futuramente a fim de testarmos *stacks* de até 1 kW.

As células também serão caracterizadas *post mortem* por diversas técnicas *ex situ* já existentes no grupo de pesquisa como SEM, RAMAN e XPS para avaliar possíveis modificações morfológicas, químicas e estruturais internas e alterações sobre os catalisadores ao longo de sua vida útil, gerando assim protocolos de QA e de QC bem definidos sobre os modos de falha. Serão enviadas eventuais propostas à linha de Luz do Sirius do CNPEM para caracterização das células MS-SOFCs *in situ*/operando.

Para a avaliação dos reformadores será criada uma **bancada de testes com aquecimento** para diferentes geometrias (importante para a integração energética com *stacks* de MS-SOFCs), sistema de alimentação para combustível por meio de uma **bomba HPLC** e **sistema de vaporização** e conexão com um **CG on-line** para determinação em tempo real das curvas de conversão vs tempo e seletividade frente à produção de H₂ e CO. Na proposta deste sistema, a

alimentação de Etanol (anidro ou hidratado) será feita por uma bomba dosadora de alta precisão a qual envia a mistura líquida para um evaporador, cujo objetivo é volatilizar totalmente o combustível antes de seguir para o reformador. A temperatura do reformador será mantida e controlada por um **módulo de controle de potência**. Em seguida, o fluxo de gases passará através do leito catalítico que promoverá a conversão em *syngas*. A temperatura montante do leito será monitorada por um termopar e controlada pelo módulo de controle de potência de aquecimento para manter a temperatura desejada na reação, acima do ponto de ebulição do etanol, mas abaixo da temperatura de autoignição da mistura. Alternativamente, também será utilizada outra forma de controle de temperatura, na qual potências específicas serão continuamente fornecidas ao sistema de aquecimento do reformador para mimetizar a potência de dissipação térmica do *stack* de MS-SOFCs em diferentes condições operacionais, visando sua integração. Já a temperatura à jusante do leito será monitorada por um segundo termopar. A vazão dos gases de exaustão, resultantes da reforma, será calculada utilizando-se uma placa de orifício com dois pontos (um à montante e outro à jusante) para determinação do diferencial de pressão. O acoplamento dessa saída com um **CG/TCD** permitirá quantificação em tempo real dos produtos da reação, relacionando o desempenho catalítico com a temperatura do leito e vazão de alimentação. Com essa montagem será possível ainda simular, com maior rigor, o período transiente, de partida, parada e aceleração de um FCHEV equipado com um reformador externo e *stack* de MS-SOFCs, levando a uma avaliação criteriosa do desempenho do reformador antes de testes embarcados.

O sistema descrito anteriormente poderá oferecer dados de conversão e seletividade em condições dinâmicas de operação à diferentes sistemas de reformadores. Como tais reatores não se encontram prontamente disponíveis no mercado sendo sua customização importante para a aplicação com as MS-SOFCs, dentro do projeto também é prevista a construção de sistemas simples de reatores de reforma, seguindo a metodologia descrita a seguir: (i) os suportes cerâmicos receberão os óxidos da segunda camada de aderência e os metais catalisadores via *dip coating* de sol gel modificado com metalorgânicos. Para obtenção dos óxidos Al_2O_3 , CeO_2 , $\text{CeO}_2\text{-ZrO}_2\text{-Y}_2\text{O}_3$ da segunda camada serão usados sol gel de isopropóxidos e butóxidos de terras raras tais como butóxido de zircônio e isopropóxido de cério e alumínio. A síntese dos catalisadores será feita de acordo com a formulação e as características físico-químicas e morfológicas desejadas e seguindo métodos consolidados na literatura especializada. Para catalisadores suportados em óxidos de alumínio, cério ou outro metal, será empregada a impregnação úmida, cuja metodologia pode ser consultada com maior detalhamento no trabalho de Suppino et al. [92]. Cabe aqui ressaltar a vasta experiência do pesquisador associado Prof. Raphael Suppino neste tipo de síntese, que fora aperfeiçoada durante sua formação acadêmica.

Em resumo, este método consiste em adicionar o metal ativo na forma de sal precursor, diluído em água, a uma suspensão do suporte desejado. A suspensão é agitada e aquecida e promove-se a ancoragem do metal no suporte por meio de ajuste do pH na suspensão de impregnação. Resultados da literatura mostram que este método produz catalisadores mais ativos e com maior dispersão metálica, o que é altamente desejado, tendo em vista o baixo tempo de residência da mistura de reagentes no reformador [92]. Formulações envolvendo ligas metálicas poderão ser produzidas por métodos de sol-gel, uma metodologia tradicional e amplamente descrita na literatura [93].

A otimização do sistema reacional será feita utilizando o conceito DOE (*design of experiment*) no qual é obtido a variação de um ponto central frente às variáveis de estudo e após realizadas as medidas para variações acima e abaixo em até 3 níveis sobre cada variável. Essa metodologia é particularmente útil na redução dos experimentos necessários e serão empregadas sobre os seguintes parâmetros: (i) relação Etanol/Água; (ii) temperatura do leito; (iii) fluxo de alimentação e pressão de operação. O objetivo é fornecer vazão suficiente de *syngas* para a o *stack* de MS-SOFCs que, por sua vez, alimentará o motor elétrico e carregará o *pack* de baterias. Manter o fornecimento da vazão desejada em momentos de aceleração, por exemplo, será uma tarefa da equipe de otimização. Importa ressaltar que dependendo da escala, efeitos de transferência de massa e calor poderão incorrer em desafios para manutenção das condições ótimas do reator em longos períodos de tempo. Assim, serão considerados tais efeitos também na etapa de otimização.

Efeitos de desativação poderão ser avaliados com uso do mesmo sistema catalítico em vários ciclos, simulando uso prolongado discretizado, e testes de *time on stream* (TOS), simulando uso prolongado contínuo. A cinética de desativação será também obtida por métodos experimentais e modelagem matemática e serão incorporadas no projeto do reformador piloto. Essa preocupação não é comum na literatura, mas essencial para uma solução embarcada. Havendo desativação severa do material, estratégias para regeneração serão pensadas e soluções serão propostas pela equipe como, por exemplo, o uso de reatores de reforma em paralelo em fases diferentes: enquanto um está em operação produzindo *syngas*, o outro está em fase de regeneração catalítica e vice-versa.

A caracterização dos sistemas catalíticos sintetizados e adquiridos será conduzida em instalações da própria ICT proponente (Laboratório de Caracterização de Biomassa, Recursos Analíticos e de Calibração – LRAC/FEQ/Unicamp e Laboratório Avançado de Baterias – LAB/FEQ/Unicamp), seguindo a seguinte sequência: (i) BET/BJH para análise de área superficial inicial, volume e tamanho de poros; (ii) SEM equipado com EDS para análise da microestrutura e segregação de fases; (iii) XRF para a quantificação dos elementos químicos dos

componentes do catalisador; (iv) microscopia eletrônica de transmissão para a determinação da dispersão metálica; (v) XRD para a determinação das fases cristalinas; (vi) TPD e TPR para a determinação e quantificação dos sítios ácidos e básicos e avaliação da formação das fases ativas; (vii) XPS para a determinação da química superficial; (viii) Raman e FTIR para a análise de grupos funcionais e formação de compostos orgânicos.

Os materiais serão sistematicamente caracterizados antes e após o uso no sistema reacional com o intuito de rastrear alterações morfológicas e químicas que possam indicar falhas na reação ou serem ligadas a alterações da conversão e seletividade (determinação sobre o modo de falha). Também devido ao conhecimento do grupo, serão enviadas propostas para análises *in-situ* e/ou operando usando a linha de Luz do Sirius do CNPEM, principalmente para visualização de alterações sobre a microestrutura dos catalisadores durante a operação do reator.

Resultados previstos

O principal resultado previsto será uma nítida evolução sobre o TRL de todo o sistema para conversão do Etanol diretamente em eletricidade de forma embarcada. Hoje esta tecnologia está em um TRL 4-5 com poucas iniciativas para testagem do sistema em ambiente relevante e de forma mais difundida ou pesquisas em escala laboratorial com TRLs 2-3. O **centro multiusuário** de tecnologias de manufatura e validação aqui proposto terá como missão elevar o TRL das células MS-SOFCs e sua integração energética com reformadores atingindo **TRLs 7-8**. Tal evolução será atingida em diferentes frentes. Com a implementação da infraestrutura para manufatura piloto de células MS-SOFCs espera-se a criação de uma linha de manufatura otimizada (ainda inexistente no Brasil e América Latina), que traga não só a obtenção de uma célula compatível aos níveis de potência para mobilidade (robusta e reprodutível para construção de *stacks* efetivos), mas também traga uma redução de custo frente à sua construção abrindo um caminho para sua escalabilidade e assim atingir o **TRL9** junto ao setor produtivo em etapas subsequentes. Este resultado será atingido também com o desenvolvimento conjunto de ICs metálicos ultrafinos por estampagem e respectivos métodos para vedação e montagem de módulos (alvo dentro do projeto ~5 kW) que poderão atuar como cabeça de produção para *stacks* contratados.

Somando-se a isso, também é proposto o comissionamento de uma central de testes às células MS-SOFCs em diferentes escalas, como descrito no projeto. Esta central estará no mesmo local da manufatura piloto permitindo caracterizar o desempenho completo da célula de forma ágil e ainda contando com uma central de caracterização química vizinha ao centro multiusuário criado. Esta central de testes também servirá para validações futuras permitindo a obtenção de dados para subsidiar discussões sobre normatizações em conjunto às empresas

parceiras e demais atores industriais. Também é previsto ao projeto o comissionamento de estrutura para testes de reformadores externos, com medidas online para estudos na geração *do syngas* e integração energética às células MS-SOFCs. Na **Figura 8** é apresentado um esboço do layout com alguns equipamentos solicitados nesta proposta para compor o CTM-SOFC.



Fig. 8: Imagem ilustrativa do *layout* do CTM-SOFC multiusuário com alguns equipamentos solicitados para a construção, testagem, validação e certificação de células e *stacks* de MS-SOFCs e de reformadores externos.

O **CTM-SOFC** após comissionado estará disponível para sua utilização externa. Teremos um comitê para análises das propostas e acompanhamento dos ensaios para maximizar os resultados. Como usuários esperamos ter diversas empresas do setor de mobilidade na criação de protótipos para testes embarcados de maior potência e menor peso/volume, assim como esperamos que diversos fornecedores para matérias primas tais como pós metálicos e cerâmicos e aditivos de processamento utilizados possam validar a criação de matéria prima grau MS-SOFC certificadas pela UNICAMP. Esperamos que esta chancela possa agregar valor e abrir também mercados para exportação.

Como resultados técnico-científicos, teremos também a geração de conhecimento *known-how* local através da formação de recursos humanos dentro do projeto sobre as diversas etapas para manufatura e validação das células, produção de eletrodos, produção de camadas funcionais, tratamentos térmicos e condições de operação e integração energética em protótipos escalonáveis. Tal conhecimento também será divulgado por meio da publicação em periódicos indexados e apresentados de forma direta às empresas participantes por meio de reuniões periódicas previstas e a formação de RH poderá atuar junto às empresas garantindo a continuidade e a transferência da tecnologia e conhecimento ao setor produtivo de forma a se

gerar riqueza ao Brasil. Buscaremos também a participação em grupos de trabalho (como atualmente participamos do AEA e MIB) em questões regulatórias com propostas de regulamentações técnicas em conjunto com o setor produtivo, visando a implementação futura da tecnologia pelo setor.

Todas estas atividades e processos deverão envolver diretamente a formação continuada de 13 profissionais de excelência que já vem sendo treinado pelo grupo e serão redirecionados aqui por conta de se tratar de um trabalho altamente especializado que exige experiência e dedicação exclusiva. Atualmente o grupo é composto por 43 profissionais (vide **Tabela 4**) e caso aprovado esse projeto a seleção será majoritariamente interna o que abrirá para novas contratações pelo grupo com recurso dos outros projetos (realocação de pessoas/profissionais).

Tab. 4: Pesquisadores atuais no nosso grupo de pesquisa que estão envolvidos em projetos correlatos e que serão beneficiados com este projeto. Gênero: M, F ou em branco (prefiro não dizer ou outro).

Nome	Supervisor	Categoria	Agência de fomento	Gênero	Duração da bolsa (estimado)
Alfredo Carlos Peterlevitz	Hudson Zanin	Pesquisador	UNICAMP		-
André Luis Haime Coutinho	Hudson Zanin	Mestrando	Fundep	M	08/2022 a 12/2023
André Navarro de Miranda	Gustavo Doubek	Pós-doc	Fundep	M	01/09/2022 a 31/08/2023
Bruno Aurélio Borges Francisco	Gustavo Doubek	Doutorando	Funcamp		01/03/2020 a 01/03/2023
Bruno Bitarães Neto Salgado Brandão	Hudson Zanin	Pós-doc	CNPq	M	01/05/2023 a 30/04/2024
Bruno Guilherme Aguiar Freitas	Hudson Zanin	Doutorado	Funcamp	M	08/2018 a 08/2022
Carla Giselle Martins Real	Hudson Zanin	Doutoranda	CAPES	F	02/03/2022 a 31/07/2023
Carlos Antônio Rufino Júnior	Hudson Zanin	Doutorando	CNPQ		01/08/2019 a 31/07/2023
Érick Alves Santos	Hudson Zanin	Doutorando	FAPESP	M	25/08/2022 a 25/08/2026
Fábio Coutinho Antunes	Hudson Zanin	Pós-doc	Fundep	M	01/10/2022 a 30/09/2023
Francisco de Assis Oliveira Júnior	Gustavo Doubek	Doutorando	Fundep	M	02/03/2023 a 31/01/2026
Guilherme Gonçalves Silva	Gustavo Doubek	Iniciação Científica	FAPESP		01/02/2023 a 01/02/2024
Isabela Galantini da Silva	Hudson Zanin	Mestranda	Finep		03/2022 a 03/2024
Jefferson Raphaello Araújo Tavares	Marco Cavallari	Mestrando	CAPES		03/2023 a 03/2024
João Pedro Aguiar dos Santos	Hudson Zanin	Doutorando	Funcamp	M	03/03/2022 a 31/07/2023
João Pedro Curtolo	Gustavo Doubek	Iniciação Científica	Fundep		01/06/2022 a 31/05/2023
João Pedro Jenson de Oliveira	Hudson Zanin	Mestrando	Fapesp	M	01/03/2022 a 30/06/2023
Júlia Paula de Oliveira Júlio	Gustavo Doubek	Doutoranda	Funcamp		01/03/2020 a 01/03/2023
Ludmila de Oliveira Borges	Hudson Zanin	Mestranda	Finep		03/2022 a 03/2024
Manuel Jonathan Pinzon Cardenas	Hudson Zanin	Doutorado	Funcamp	M	01/08/19 a 31/07/22
Mika Fumie Haiashi Kato	Hudson Zanin	Doutorando	Finep		03/2023 a 03/2026
Murilo Machado Amaral	Hudson Zanin	Doutorando	Finep		01/07/2022 a 31/07/2024
Pablo Jango Lima Marques	Gustavo Doubek	Mestrando	Fundep	M	01/10/2022 a 29/02/2024
Rafael Vicentini	Hudson Zanin	Doutorando	Funcamp		02/08/2021 a 31/07/2023
Raissa Venâncio	Hudson Zanin	Doutoranda	Finep	F	05/10/22 a 30/06/2025
Reinaldo Cesar	Gustavo Doubek	Pos-doc	Fundep	M	01/06/2023 a 01/07/2024
Renan Alves Schimidt	Gustavo Doubek	Mestrando	CAPES		13/04/2022 a 13/04/2024

Rodolfo Castanho Fernandes	Hudson Zanin	Pós-doc	Não bolsista	M	Não bolsista
Sofia Baldoni Baúti	Hudson Zanin	Mestranda	Fundep	F	02/03/2023 a 02/03/2025
Syra Kelly Mubarak Silva Oliveira	Hudson Zanin	Mestranda	Finep		03/2022 a 03/2024
Thais Sousa Almeida	Gustavo Doubek	Doutoranda	Fundep		02/03/2022 a 31/01/2025
Thales Faria de Oliveira	Gustavo Doubek	Mestrando	CAPES	M	02/2021 a 02/2023
Vanderleia de Deus Mateus	Hudson Zanin	Mestranda	Funcamp		01/08/2022 a 1/11/2023
Vinícius Leal	Gustavo Doubek	Iniciação Científica	Não bolsista	M	Não bolsista
Willian Gonçalves Nunes	Hudson Zanin	Doutorando	Fapesp	M	01/05/2019 a 30/04/2023
Tharles Antônio Ribeiro	Hudson Zanin	Doutorando	Anp SHELL		01/03/2020 a 30/08/2022
Victorya Nazario Cordeiro	Gustavo Doubek	Iniciação Científica	Fundep	F	02/2023 a 02/2024
Thiago Setti Aguila Martins	Gustavo Doubek	Iniciação Científica	Fundep		02/2023 a 02/2024
Leonardo Picanço Peixoto de Abreu	Gustavo Doubek	Mestrando	Funcamp	M	01/03/2023 a 28/02/2025
Josué Martins Goncalves	Hudson Zanin	Pós-doc	CNPq	M	01/05/2023 a 30/04/2024
Nayara Garcia dos Santos	Hudson Zanin	Iniciação Científica	Funcamp	F	01/04/2023 a 01/08/2023
Thales Rafael Fransin	Hudson Zanin	Iniciação Científica	Funcamp	M	04/05/2023 à 30/06/2024

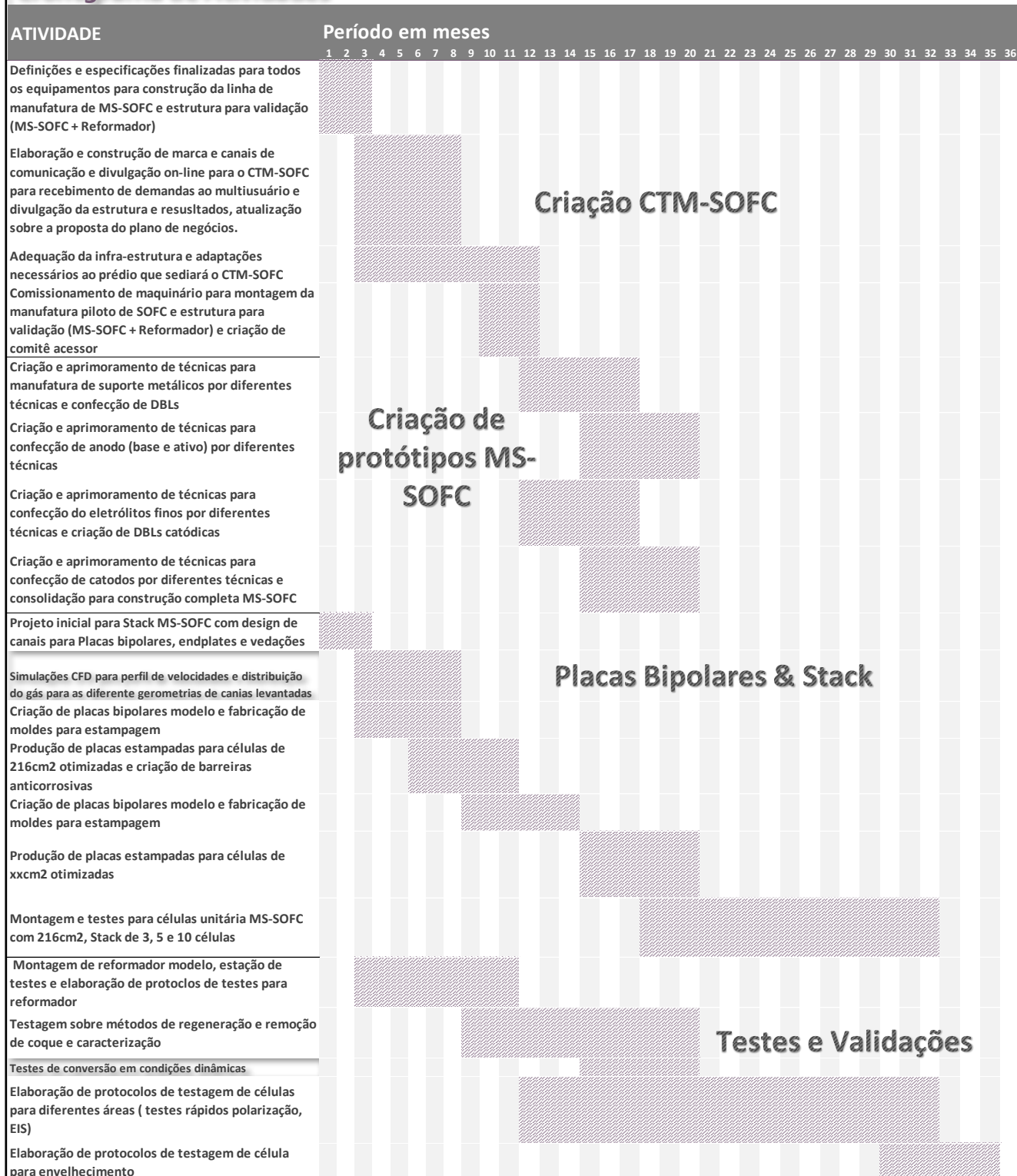
* podemos fornecer o contato dos nossos integrantes para saberem como é trabalhar em equipe assim como as condições de trabalho em nosso grupo de pesquisa.

Acreditamos que nossa maior força não são os equipamentos e infraestrutura que conseguimos agrupar em diferentes localidades aqui na UNICAMP, mas sim o sonho que estes colaboradores vivem juntos. A equipe tem um potencial incrível, sendo que alguns deles ~10 estão no grupo desde sua fundação e trazem consigo *know-how* importante para este projeto.

Cronograma de Atividades

O cronograma abaixo apresenta as macroetapas do projeto e seus respectivos períodos de execução de modo sucinto, por meio de uma tabela simplificada contendo todas as atividades principais do projeto. No anexo F (Equipe, Cronograma e Orçamento), as atividades estão detalhadas por etapas trimestrais. Um ponto importante a destacar é que embora seja um conjunto grande de atividades somos 43 profissionais trabalhando nesse desenvolvimento atualmente e isso significa que este projeto não será iniciado na contratação e sim ele é a continuação de um grande programa que temos dentro da UNICAMP para eletrificação dos transportes, sobre o qual as células MS-SOFCs têm papel central.

Cronograma de Atividades



Plano de negócios

Documento à parte conforme anexos do edital.

Referências

- [1] H. Cappelle, “Energy storage - a capacity cost, size and efficiency comparison,” 2023. <https://energy.at-site.be/storage/> (accessed Jun. 22, 2023).
- [2] European Union, “Committing to climate-neutrality by 2050: Commission proposes European Climate Law and consults on the European Climate Pact,” 2020. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_335
- [3] European Commission, “Update of the NDC of the European Union and its Member States,” 2020.
- [4] Z. Dimitrova and F. Maréchal, “Environomic design for electric vehicles with an integrated solid oxide fuel cell (SOFC) unit as a range extender,” *Renew. Energy*, 2017, doi: 10.1016/j.renene.2017.05.031.
- [5] A. STEELE, B. C. and HEINZEL, “Materials for fuel-cell technologies,” *Nature*, vol. 414, pp. 345–352, 2001.
- [6] R. M. Ormerod, “Solid oxide fuel cells,” *Chem. Soc. Rev.*, vol. 32, pp. 17–28, 2003.
- [7] N. Mahato, A. Banerjee, A. Gupta, S. Omar, and K. Balani, “Progress in material selection for solid oxide fuel cell technology: A review,” *Prog. Mater. Sci.*, vol. 72, pp. 141–337, 2015.
- [8] I. Garbayo, D. Pla, A. Morata, L. Fonseca, N. Sabaté, and A. Tarancón, “Full ceramic micro solid oxide fuel cells: Towards more reliable MEMS power generators operating at high temperatures,” *Energy Environ. Sci.*, vol. 7, no. 11, pp. 3617–3629, 2014, doi: 10.1039/c4ee00748d.
- [9] I. Garbayo, D. Pla, A. Morata, L. Fonseca, N. Sabaté, and A. Tarancón, “Electronic Supplementary Material (ESI): Full ceramic micro solid oxide fuel cells: Towards more reliable MEMS power generators operating at high temperatures,” *Energy Environ. Sci.*, vol. 7, no. 11, pp. 3617–3629, 2014, doi: 10.1039/c4ee00748d.
- [10] Z. Zhou, V. K. Nadimpalli, D. B. Pedersen, and V. Esposito, “Degradation mechanisms of metal-supported solid oxide cells and countermeasures: A review,” *Materials (Basel)*, vol. 14, no. 11, 2021, doi: 10.3390/ma14113139.
- [11] A. Valente, D. Iribarren, and J. Dufour, “End of life of fuel cells and hydrogen products: From technologies to strategies,” *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 44, no. 38, pp. 20965–20977, 2019, doi: 10.1016/j.ijhydene.2019.01.110.
- [12] S. Longo, M. Cellura, F. Guarino, M. Ferraro, V. Antonucci, and G. Squadrito, “Life Cycle Assessment of Solid Oxide Fuel Cells and Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cells: A Review,” in *Hydrogen Economy: Supply Chain, Life Cycle Analysis and Energy Transition for Sustainability*, Elsevier Ltd, 2017, pp. 139–169, doi: 10.1016/B978-0-12-811132-1.00006-7.
- [13] D. Panthi, B. Choi, Y. Du, and A. Tsutsumi, “Lowering the co-sintering temperature of cathode – electrolyte bilayers for micro-tubular solid oxide fuel cells,” *Ceram. Int.*, vol. 43, no. 14, pp. 10698–10707, 2017, doi: 10.1016/j.ceramint.2017.05.003.
- [14] L. A. Villas-boas, F. M. L. Figueiredo, D. P. F. De Souza, and F. M. B. Marques, “Zn as sintering aid for ceria-based electrolytes,” *Solid State Ionics*, vol. 262, pp. 522–525, 2014, doi: 10.1016/j.ssi.2013.11.002.
- [15] D. P. Fagg, J. C. C. Abrantes, D. Pérez-Coll, P. Núñez, V. V. Kharton, and J. R. Frade, “The effect of cobalt oxide sintering aid on electronic transport in Ce_{0.80}Gd_{0.20}O_{2-δ} electrolyte,” *Electrochim. Acta*, vol. 48, no. 8, pp. 1023–1029, 2003, doi: 10.1016/S0013-4686(02)00816-2.
- [16] G. S. Lewis, A. Atkinson, and B. C. H. Steele, “Cobalt additive for lowering the sintering temperature of yttria-stabilized zirconia,” pp. 1155–1157, 2001.
- [17] Y. H. Lee, H. Ren, E. A. Wu, E. E. Fullerton, Y. S. Meng, and N. Q. Minh, “All-Sputtered, Superior Power Density Thin-Film Solid Oxide Fuel Cells with a Novel Nanofibrous Ceramic Cathode,” *Nano Lett.*, vol. 20, no. 5, pp. 2943–2949, 2020, doi: 10.1021/acs.nanolett.9b02344.
- [18] A. S. Painter, Y. L. Huang, and E. D. Wachsman, “Durability of (La_{0.8}Sr_{0.2})_{0.95}MnO_{3-Δ}-(Er_{0.2}Bi_{0.8})₂O₃ composite cathodes for low temperature SOFCs,” *J. Power Sources*, vol. 360, pp. 391–398, 2017, doi: 10.1016/j.jpowsour.2017.06.018.
- [19] D. Udomsilp *et al.*, “Metal-Supported Solid Oxide Fuel Cells with Exceptionally High Power Density for Range Extender Systems,” *Cell Reports Phys. Sci.*, vol. 1, no. 6, 2020, doi: 10.1016/j.xcrp.2020.100072.
- [20] C. Bischof *et al.*, “Microstructure optimization of nickel/gadolinium-doped ceria anodes as key to significantly increasing power density of metal-supported solid oxide fuel cells,” *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 44, no. 59, pp. 31475–31487, 2019, doi: 10.1016/j.ijhydene.2019.10.010.
- [21] V. A. Rojek-Wöckner, A. K. Opitz, M. Brandner, J. Mathé, and M. Bram, “A novel Ni/ceria-based anode for metal-supported solid oxide fuel cells,” *J. Power Sources*, vol. 328, pp. 65–74, 2016, doi: 10.1016/j.jpowsour.2016.07.075.
- [22] M. Haydn *et al.*, “Multi-layer thin-film electrolytes for metal supported solid oxide fuel cells,” *J. Power Sources*, vol. 256, pp. 52–60, 2014, doi: 10.1016/j.jpowsour.2014.01.043.
- [23] B. C. Yang, J. Koo, J. W. Shin, D. Go, J. H. Shim, and J. Ah, “Direct Alcohol-Fueled Low-Temperature Solid Oxide Fuel Cells: A Review,” *Energy Technol.*, vol. 7, no. 1, pp. 5–19, 2019.
- [24] N. P. Brandon *et al.*, “Development of metal supported solid oxide fuel cells for operation at 500–600°C,” *J. Mater. Eng. Perform.*, vol. 13, no. 3, pp. 253–256, 2004, doi: 10.1361/10599490419135.
- [25] R. Leah *et al.*, “Development Progress on the Ceres Power Steel Cell Technology Platform: Further Progress Towards Commercialization,” *ECS Trans.*, vol. 78, no. 1, pp. 87–95, 2017.
- [26] E. Dogdibegovic, Y. Fukuyama, and M. C. Tucker, “Ethanol internal reforming in solid oxide fuel cells: A path toward high performance metal-supported cells for vehicular applications,” *J. Power Sources*, vol. 449, no. June 2019, p. 227598, 2020, doi: 10.1016/j.jpowsour.2019.227598.
- [27] E. Dogdibegovic, Y. Fukuyama, and M. C. Tucker, “Erratum: Ethanol internal reforming in solid oxide fuel cells: A path toward high performance metal-supported cells for vehicular applications [Journal of Power Sources 449 (2020) 227598] (Journal of Power Sources (2020) 449, (S0378775319315915), (10.1016/),” *J. Power Sources*, vol. 492, pp. 4–6, 2021, doi: 10.1016/j.jpowsour.2021.229644.
- [28] J. Nielsen, Å. H. Persson, T. T. Muhl, and K. Brodersen, “Towards High Power Density Metal Supported Solid Oxide Fuel Cell for Mobile Applications,” *J. Electrochem. Soc.*, vol. 165, no. 2, pp. F90–F96, 2018, doi: 10.1149/2.0741802jes.
- [29] P. Blennow *et al.*, “Manufacturing and characterization of metal-supported solid oxide fuel cells,” *J. Power Sources*, vol. 196, no. 17, pp. 7117–7125, 2011, doi: 10.1016/j.jpowsour.2010.08.088.
- [30] C. S. Hwang, C. H. Tsai, T. J. Hwang, C. L. Chang, S. F. Yang, and J. K. Lin, “Novel Metal Substrates for High Power Metal-supported Solid Oxide Fuel Cells,” *Fuel Cells*, vol. 16, no. 2, pp. 244–251, 2016, doi: 10.1002/fuce.201500216.
- [31] M. Dewa *et al.*, “Metal-supported solid oxide fuel cell system with infiltrated reforming catalyst layer for direct ethanol feed operation,” vol. 541, no. April, 2022, doi: 10.1016/j.jpowsour.2022.231625.
- [32] E. Dogdibegovic, R. Wang, G. Y. Lau, A. Karimghaloo, M. H. Lee, and M. C. Tucker, “Progress in durability of metal-supported solid oxide fuel cells with infiltrated electrodes,” *J. Power Sources*, vol. 437, no. June, p. 226935, 2019, doi: 10.1016/j.jpowsour.2019.226935.
- [33] F. Han *et al.*, “Novel high-performance solid oxide fuel cells with bulk ionic conductance dominated thin-film electrolytes,” *J. Power Sources*, vol. 218, pp. 157–162, 2012, doi: 10.1016/j.jpowsour.2012.06.087.
- [34] H. Shi, C. Su, R. Ran, J. Cao, and Z. Shao, “Electrolyte materials for intermediate-temperature solid oxide fuel cells,” *Prog. Nat. Sci. Mater. Int.*, vol. 30, no. 6, pp. 764–774, Dec. 2020, doi: 10.1016/j.pnsc.2020.09.003.
- [35] D. Udomsilp, C. Lenser, O. Guillon, and N. H. Menzler, “Performance Benchmark of Planar Solid Oxide Cells Based on Material

- Development and Designs,” *Energy Technol.*, vol. 9, no. 4, p. 2001062, Apr. 2021, doi: 10.1002/ente.202001062.
- [36] M. Mogensen, “Physical, chemical and electrochemical properties of pure and doped ceria,” *Solid State Ionics*, vol. 129, no. 1–4, pp. 63–94, Apr. 2000, doi: 10.1016/S0167-2738(99)00318-5.
- [37] V. V. Kharton *et al.*, “Cerium-based materials for solid oxide fuel cells,” *J. Mater. Sci.*, vol. 36, pp. 1105–1117, 2001.
- [38] E. Gomes, G. C. Mather, F. M. Figueiredo, and F. M. B. Marques, “Microstructure and electrical properties of aluminium-substituted La(Sr)Ga(Mg)O_{3-δ}-based solid electrolytes,” *Monatshefte für Chemie - Chem. Mon.*, vol. 140, no. 9, pp. 1041–1052, Sep. 2009, doi: 10.1007/s00706-009-0139-1.
- [39] E. Dogdibegovic, R. Wang, G. Y. Lau, and M. C. Tucker, “High performance metal-supported solid oxide fuel cells with infiltrated electrodes,” *J. Power Sources*, vol. 410–411, no. December 2020, pp. 91–98, Jan. 2019, doi: 10.1016/j.jpowsour.2018.11.004.
- [40] V. V. Krishnan, “Recent developments in metal-supported solid oxide fuel cells,” *Wiley Interdiscip. Rev. Energy Environ.*, vol. 6, no. 5, 2017, doi: 10.1002/wene.246.
- [41] M. C. Tucker, “Progress in metal-supported solid oxide fuel cells: A review,” *J. Power Sources*, vol. 195, no. 15, pp. 4570–4582, 2010, doi: 10.1016/j.jpowsour.2010.02.035.
- [42] P. Boldrin and N. P. Brandon, “Progress and outlook for solid oxide fuel cells for transportation applications,” *Nat. Catal.*, vol. 2, no. 7, pp. 571–577, 2019, doi: 10.1038/s41929-019-0310-y.
- [43] L. Rose, O. Kesler, C. Decès-Petit, T. Troczynski, and R. Maric, “Characterization of porous stainless steel 430 for low- and intermediate-temperature solid oxide fuel cell (SOFC) substrates,” *Int. J. Green Energy*, vol. 6, no. 6, pp. 638–645, 2009, doi: 10.1080/15435070903372510.
- [44] T. Franco, K. Schibinger, Z. Ilhan, G. Schiller, and A. Venskutonis, “Ceramic Diffusion Barrier Layers for Metal Supported SOFCs,” *ECS Trans.*, vol. 7, no. 1, pp. 771–780, May 2007, doi: 10.1149/1.2729165.
- [45] P. Use *et al.*, “HIGH TEMPERATURE CERAMIC ADHESIVES Technical Bulletin A2-S1 Arecomco’s high temperature ceramic adhesives are formulated using a broad range of ceramics fillers and inorganic binders, and are ideal for bonding, potting and sealing ceramics, composites,” no. 845.
- [46] M. Mori, T. Yamamoto, H. Itoh, H. Inaba, and H. Tagawa, “Thermal Expansion of Nickel-Zirconia Anodes in Solid Oxide Fuel Cells during Fabrication and Operation,” *Journal of The Electrochemical Society*, 1998.
- [47] Y. Larring and M.-L. Fontaine, “Critical Issues of Metal-Supported Fuel Cell,” in *Solid Oxide Fuels Cells: Facts and Figures. Green Energy and Technology*, J. Irvine and P. Connor, Eds. Springer, London, 2013, pp. 71–93. [Online]. Available: https://doi.org/10.1007/978-1-4471-4456-4_4%0A
- [48] N. De Miranda *et al.*, “Conversion of Co-Mn-Al hydrotalcites in highly active spinel-type catalysts for peroxide decomposition,” no. August, 2021, doi: 10.1016/j.cattod.2021.08.013.
- [49] S. M. Technology, “Pre-coated PVD process technology,” 2021. <https://www.materials.sandvik/en/products/coated-strip-steel/production-process/>
- [50] B. R. Sudireddy *et al.*, “Development of Robust Metal-Supported SOFCs and Stack Components in EU METSAPP Consortium,” *Fuel Cells*, vol. 17, no. 4, pp. 508–516, 2017, doi: 10.1002/fuce.201600191.
- [51] J. Froitzheim, S. Canovic, M. Nikumaa, R. Sachitanand, L. G. Johansson, and J. E. Svensson, “Long term study of Cr evaporation and high temperature corrosion behaviour of Co coated ferritic steel for solid oxide fuel cell interconnects,” *J. Power Sources*, vol. 220, pp. 217–227, 2012, doi: 10.1016/j.jpowsour.2012.06.092.
- [52] S. Sengodan *et al.*, “Advances in reforming and partial oxidation of hydrocarbons for hydrogen production and fuel cell applications,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 82, pp. 761–780, 2018.
- [53] D. Zanchet, J. B. O. Santos, S. Damyanova, J. M. R. Gallo, and J. M. C. Bueno, “Toward understanding metal-catalyzed ethanol reforming,” *ACS Catal.*, vol. 5, no. 6, pp. 3841–3863, 2015, doi: 10.1021/cs5020755.
- [54] J. Llorca, V. C. Corberán, N. J. Divins, R. O. Fraile, and E. Taboada, *Hydrogen from Bioethanol*. 2013. doi: 10.1016/B978-0-444-56352-1.00007-6.
- [55] S. Wongsakulphasatch, W. Kiatkittipong, and S. Assabumrungrat, “Comparative study of fuel gas production for SOFC from steam and supercritical-water reforming of bioethanol,” *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 38, no. 14, pp. 5555–5562, 2013, doi: 10.1016/j.ijhydene.2013.02.125.
- [56] M. Ni, D. Y. C. Leung, and M. K. H. Leung, “A review on reforming bio-ethanol for hydrogen production,” *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 32, pp. 3238–3247, 2007.
- [57] H. G. Park, S. Y. Han, K. W. Jun, Y. Woo, M. J. Park, and S. K. Kim, “Bench-scale steam reforming of methane for hydrogen production,” *Catalysts*, vol. 9, no. 7, pp. 1–14, 2019, doi: 10.3390/catal9070615.
- [58] A. Erdoheily, J. Raskó, T. Kecskés, M. Tóth, M. Dömök, and K. Báán, “Hydrogen formation in ethanol reforming on supported noble metal catalysts,” *Catal. Today*, vol. 116, no. 3, pp. 367–376, 2006, doi: 10.1016/j.cattod.2006.05.073.
- [59] J. Sun, X. P. Qiu, F. Wu, and W. T. Zhu, “H₂ from steam reforming of ethanol at low temperature over Ni/Y₂O₃ and Ni/La₂O₃ catalysts for fuel-cell application,” *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 30, no. 4, pp. 437–445, 2005, doi: 10.1016/j.ijhydene.2004.11.005.
- [60] A. J. Akande, R. O. Idem, and A. K. Dalai, “Synthesis, characterization and performance evaluation of Ni/Al₂O₃ catalysts for reforming of crude ethanol for hydrogen production,” *Appl. Catal. A Gen.*, vol. 287, no. 2, pp. 159–175, 2005, doi: 10.1016/j.apcata.2005.03.046.
- [61] I. Dancini-Pontes *et al.*, “Influence of the CeO₂ and Nb₂O₅ supports and the inert gas in ethanol steam reforming for H₂ production,” *Chem. Eng. J.*, vol. 273, pp. 66–74, 2015, doi: 10.1016/j.cej.2015.03.032.
- [62] M. Dan, M. Mihet, Z. Tasnadi-Asztalos, A. Imre-Lucaci, G. Katona, and M. D. Lazar, “Hydrogen production by ethanol steam reforming on nickel catalysts: Effect of support modification by CeO₂ and La₂O₃,” *Fuel*, vol. 147, pp. 260–268, 2015, doi: 10.1016/j.fuel.2015.01.050.
- [63] P. Biswas and D. Kunzru, “Steam reforming of ethanol on Ni-CeO₂-ZrO₂ catalysts: Effect of doping with copper, cobalt and calcium,” *Catal. Letters*, vol. 118, no. 1–2, pp. 36–49, 2007, doi: 10.1007/s10562-007-9133-6.
- [64] B. L. Augusto, F. B. Noronha, F. C. Fonseca, F. N. Tabuti, R. C. Colman, and L. V. Mattos, “Nickel/gadolinium-doped ceria anode for direct ethanol solid oxide fuel cell,” *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 39, no. 21, pp. 11196–11209, 2014, doi: 10.1016/j.ijhydene.2014.05.088.
- [65] I. Rossetti *et al.*, “TiO₂-supported catalysts for the steam reforming of ethanol,” *Appl. Catal. A Gen.*, vol. 477, pp. 42–53, 2014, doi: 10.1016/j.apcata.2014.03.004.
- [66] D. Kim, B. S. Kwak, N.-K. Park, G. B. Han, and M. Kang, “Dynamic hydrogen production from ethanol steam-reforming reaction on Ni₃Mo/SBA-15 catalytic system,” *Int. J. Energy Res.*, vol. 39, pp. 279–292, 2012, doi: 10.1002/er.
- [67] L. C. Chen and S. D. Lin, “Effects of the pretreatment of CuNi/SiO₂ on ethanol steam reforming: Influence of bimetal morphology,” *Appl. Catal. B Environ.*, vol. 148–149, pp. 509–519, 2014, doi: 10.1016/j.apcatb.2013.11.031.
- [68] T. S. Moraes *et al.*, “The study of the performance of PtNi/CeO₂-nanocube catalysts for low temperature steam reforming of ethanol,” *Catal. Today*, vol. 242, no. Part A, pp. 35–49, 2015, doi: 10.1016/j.cattod.2014.05.045.
- [69] J. Y. Z. Chiou, C. L. Lee, K. F. Ho, H. H. Huang, S. W. Yu, and C. Bin Wang, “Catalytic performance of Pt-promoted cobalt-based catalysts for the steam reforming of ethanol,” *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 39, no. 11, pp. 5653–5662, 2014, doi: 10.1016/j.ijhydene.2014.01.156.
- [70] W. Fang *et al.*, “Highly loaded well dispersed stable Ni species in NiXMg₂AlOY nanocomposites: Application to hydrogen

- production from bioethanol,” *Appl. Catal. B Environ.*, vol. 166–167, pp. 485–496, 2015, doi: 10.1016/j.apcatb.2014.11.052.
- [71] B. S. Kwak, G. Lee, S. M. Park, and M. Kang, “Effect of MnOx in the catalytic stabilization of Co₂MnO₄ spinel during the ethanol steam reforming reaction,” *Appl. Catal. A Gen.*, vol. 503, pp. 165–175, 2015, doi: 10.1016/j.apcata.2015.06.037.
- [72] M. Greluk, P. Rybak, G. Słowik, M. Rotko, and A. Machocki, “Comparative study on steam and oxidative steam reforming of ethanol over 2KCo/ZrO₂ catalyst,” *Catal. Today*, vol. 242, no. Part A, pp. 50–59, 2015, doi: 10.1016/j.cattod.2014.07.032.
- [73] M. Morales and M. Segarra, “Steam reforming and oxidative steam reforming of ethanol over La_{0.6}Sr_{0.4}CoO_{3-δ} perovskite as catalyst precursor for hydrogen production,” *Appl. Catal. A Gen.*, vol. 502, pp. 305–311, 2015, doi: 10.1016/j.apcata.2015.05.036.
- [74] S. Q. Chen, Y. D. Li, Y. Liu, and X. Bai, “Regenerable and durable catalyst for hydrogen production from ethanol steam reforming,” *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 36, no. 10, pp. 5849–5856, 2011, doi: 10.1016/j.ijhydene.2011.01.126.
- [75] L. Zhao, Y. Wei, Y. Huang, and Y. Liu, “La_{1-x}K_xFe_{0.7}Ni_{0.3}O₃ catalyst for ethanol steam reforming—The effect of K-doping,” *Catal. Today*, vol. 2, pp. 430–437, 2016.
- [76] F. Liu, Y. Qu, Y. Yue, G. Liu, and Y. Liu, “Nano bimetallic alloy of Ni-Co obtained from LaCo_xNi_{1-x}O₃ and its catalytic performance for steam reforming of ethanol,” *RSC Adv.*, vol. 5, no. 22, pp. 16837–16846, 2015, doi: 10.1039/c4ra14131h.
- [77] Z. Wang, C. Wang, S. Chen, and Y. Liu, “Co-Ni bimetal catalyst supported on perovskite-type oxide for steam reforming of ethanol to produce hydrogen,” *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 39, no. 11, pp. 5644–5652, 2014, doi: 10.1016/j.ijhydene.2014.01.151.
- [78] G. Lee, D. Kim, B. S. Kwak, and M. Kang, “Hydrogen rich production by ethanol steam reforming reaction over Mn/Co₁₀Si₉₀MCM-48 catalysts,” *Catal. Today*, vol. 232, pp. 139–150, 2014, doi: 10.1016/j.cattod.2014.03.037.
- [79] P. Osorio-Vargas, C. H. Campos, R. M. Navarro, J. L. G. Fierro, and P. Reyes, “Rh/Al₂O₃-La₂O₃ catalysts promoted with CeO₂ for ethanol steam reforming reaction,” *J. Mol. Catal. A Chem.*, vol. 407, no. M, pp. 169–181, 2015, doi: 10.1016/j.molcata.2015.06.031.
- [80] T. Hou, B. Yu, S. Zhang, T. Xu, D. Wang, and W. Cai, “Hydrogen production from ethanol steam reforming over Rh/CeO₂ catalyst,” *Catal. Commun.*, vol. 58, pp. 137–140, 2015, doi: 10.1016/j.catcom.2014.09.020.
- [81] J. Zou *et al.*, “Hydrogen production from ethanol over Ir/CeO₂ catalyst: Effect of the calcination temperature,” *Fuel*, vol. 159, pp. 741–750, 2015, doi: 10.1016/j.fuel.2015.07.040.
- [82] J. Y. Z. Chiou *et al.*, “Pathways of ethanol steam reforming over ceria-supported catalysts,” *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 37, no. 18, pp. 13667–13673, 2012, doi: 10.1016/j.ijhydene.2012.02.081.
- [83] F. Wang *et al.*, “Hydrogen production from ethanol steam reforming over Ir/CeO₂ catalysts: Enhanced stability by PrOx promotion,” *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 36, no. 21, pp. 13566–13574, 2011, doi: 10.1016/j.ijhydene.2011.07.091.
- [84] Z. Ferencz *et al.*, “Effects of support and Rh additive on co-based catalysts in the ethanol steam reforming reaction,” *ACS Catal.*, vol. 4, no. 4, pp. 1205–1218, 2014, doi: 10.1021/cs500045z.
- [85] F. Frusteri *et al.*, “H₂ production for MC fuel cell by steam reforming of ethanol over MgO supported Pd, Rh, Ni and Co catalysts,” *Catal. Commun.*, vol. 5, no. 10, pp. 611–615, 2004, doi: 10.1016/j.catcom.2004.07.015.
- [86] Z. He, M. Yang, X. Wang, Z. Zhao, and A. Duan, “Effect of the transition metal oxide supports on hydrogen production from bio-ethanol reforming,” *Catal. Today*, vol. 194, no. 1, pp. 2–8, 2012, doi: 10.1016/j.cattod.2012.05.004.
- [87] S. M. de Lima *et al.*, “Ethanol decomposition and steam reforming of ethanol over CeZrO₂ and Pt/CeZrO₂ catalyst: Reaction mechanism and deactivation,” *Appl. Catal. A Gen.*, vol. 352, no. 1–2, pp. 95–113, 2009, doi: 10.1016/j.apcata.2008.09.040.
- [88] S. Pirou *et al.*, “Production of a monolithic fuel cell stack with high power density,” *Nat. Commun.*, vol. 13, no. 1, pp. 1–8, 2022, doi: 10.1038/s41467-022-28970-w.
- [89] S. Pirou *et al.*, “Suppl.: production of a monolithic fuel cell stack with high power density,” *Nat. Commun.*, vol. 13, no. 1, 2022, doi: 10.1038/s41467-022-28970-w.
- [90] X. Y. Miao, S. Pirou, and H. L. Frandsen, “Mitigating distortions during debinding of a monolithic solid oxide fuel cell stack using a multiscale, multiphysics model,” *J. Eur. Ceram. Soc.*, vol. 43, no. 5, pp. 1992–2001, 2023, doi: 10.1016/j.jeurceramsoc.2022.12.059.
- [91] S. Pirou *et al.*, “Durability enhancement of novel monolithic metal supported Solid oxide fuel cells through processing optimizations,” *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 48, no. 29, pp. 11017–11028, 2023, doi: 10.1016/j.ijhydene.2022.12.139.
- [92] R. S. Suppino, R. Landers, and A. J. G. Cobo, “Partial hydrogenation of benzene on Ru catalysts: Effects of additives in the reaction medium,” *Appl. Catal. A Gen.*, vol. 452, pp. 9–16, 2013, doi: 10.1016/j.apcata.2012.11.034.
- [93] A. Kaddouri and C. Mazzocchi, “Comparative study of the physico-chemical properties of nanocrystalline CuO-ZnO-Al₂O₃ prepared from different precursors: Hydrogen production by vaporeforming of bioethanol,” *Catal. Letters*, vol. 131, no. 1–2, pp. 234–241, 2009, doi: 10.1007/s10562-009-0056-2.

Dados Gerais do Projeto

0

Eixo I - BIO

Chamada: Projetos Estratégicos 01/23

Linha temática: Desenvolvimento de tecnologias em células a combustíveis alimentadas por biocombustíveis para aplicações em sistemas automotivos.

Duração (em meses): 36

Título: CENTRO MULTIUSUÁRIO EM TECNOLOGIAS DE MANUFATURA E VALIDAÇÃO DE CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DE ÓXIDO SÓLIDO SUPOSTAS EM METAL

Coordenador: Gustavo Doubek

1. Instituições Participantes

Nº	Financiadora	SIGLA	Classificação no projeto
1	Fundação do Desenvolvimento da Pesquisa	FUNDEP	Instituição Coordenadora

1.1 ICTs

Nº	ICT Participante	SIGLA	Classificação no projeto
1	Universidade Estadual de Campinas	UNICAMP	ICT Proponente
2	CIMATEC	CIMATEC	ICT Associada

1.3 Instituições Gestoras

Nº	Instituição Gestora	SIGLA	Custo Administrativo
1	Fundação de desenvolvimento da universidade estadual de Campinas	FUNCAMP	0,0500

1.4 Coordenação

Coordenador Geral	ICT	e-mail	Telefone	CPF
Gustavo Doubek	UNICAMP	doubek@unicamp.br	55 19 99840-2760	04807296973

Coordenadores Associados (1)	ICT ou empresa	e-mail	Telefone	CPF
Gerhard Ett	Coordenador	gerhard.ett@fielb.org.br	55 19 98254-1331	09942189823
Hudson Giovanni Zanin	Coordenador	hzanin@unicamp.br	55 11 99292-7603	31320345840

Equipe Executora

Eixo I - BIO
Chamada: Projetos Estratégicos 01/23

Título:CENTRO MULTIUSUÁRIO EM TECNOLOGIAS DE MANUFATURA E VALIDAÇÃO DE CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DE ÓXIDO SÓLIDO SUPORTADAS EM METAL

Coordenador:Gustavo Doubek

Proponente:Universidade Estadual de Campinas

1.5 Equipe executora

Nº	Nome	Formação	Função na equipe	ICT ou empresa	e-mail	Currículo Lattes	Etapas físicas vinculadas																											
							1	2	3.1	3.2	4	5.1	5.2	6	6.1	6.2	7	8.1	8.2	9.1	9.2	10	10.2	11.1	11.2	12.1	12.2	13.1	13.2	14.1	14.2	15.1	15.2	16.1
Coordenador	Gustavo Doubek	Doutor(a)	Coordenador	UNICAMP	doubek@unicamp.br	http://lattes.cnpq.br/2409386156783785																												
1	Hudson Giovani Zanin	Doutor(a)	Coordenador	UNICAMP	hzanin@unicamp.br	http://lattes.cnpq.br/3846529974544709																												
2	PD1 a Definir	Doutor(a)	Bolsista - Pós-Doutorando	UNICAMP																														
3	PD2 a Definir	Doutor(a)	Bolsista - Pós-Doutorando	UNICAMP																														
4	PD3 a Definir	Doutor(a)	Bolsista - Pós-Doutorando	CIMATEC																														
5	Doc1	Mestre(a)	Bolsista - Doutorando	CIMATEC																														
6	Doc2	Mestre(a)	Bolsista - Doutorando	UNICAMP																														
7	Doc3	Mestre(a)	Bolsista - Doutorando	UNICAMP																														
8	Ms1	Graduado(a)	Bolsista - Mestrando	CIMATEC																														
9	Ms2	Graduado(a)	Bolsista - Mestrando	CIMATEC																														
10	Ms3	Graduado(a)	Bolsista - Mestrando	UNICAMP																														
11	IC1	Estudante	Bolsista - Graduando	UNICAMP																														
12	IC2	Estudante	Bolsista - Graduando	UNICAMP																														
13	IC3	Estudante	Bolsista - Graduando	UNICAMP																														
14	IC4	Estudante	Bolsista - Graduando	UNICAMP																														
15	Gerhard Ett	Doutor(a)	Coordenador	CIMATEC	gerhard.ett@fieb.org.br	http://lattes.cnpq.br/1282503033237607																												
16	Raphael S. Suppino	Doutor(a)	Pesquisador	UNICAMP		http://lattes.cnpq.br/1437214547688523																												

Equipe Executora

Eixo I - BIO
Chamada: Projetos Estratégicos 01/23

Título: CENTRO MULTIUSUÁRIO EM TECNOLOGIAS DE MANUFATURA E VALIDAÇÃO DE CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DE ÓXIDO SÓLIDO SUPORTADAS EM METAL

Coordenador: Gustavo Doubek

Proponente: Universidade Estadual de Campinas

1.5 Equipe executora

Nº	Nome	Formação	Função na equipe	ICT ou empresa	e-mail	Currículo Lattes	17.1	17.2	18.1	18.2	19.1	19.2	19.3	20	21.1	21.2	22.1	22.2	22.3	23.1	23.2	24.1	24.2	25.1	25.2	25.3	26.1	26.2	27.1	27.2	28.1	28.2	29.1	29.2	30.1
Coordenador	Gustavo Doubek	Doutor(a)	Coordenador	UNICAMP	doubek@unicamp.br	http://lattes.cnpq.br/2409386156783785																													
1	Hudson Giovani Zanin	Doutor(a)	Coordenador	UNICAMP	hzanin@unicamp.br	http://lattes.cnpq.br/3846529974544709																													
2	PD1 a Definir	Doutor(a)	Bolsista - Pós-Doutorando	UNICAMP																															
3	PD2 a Definir	Doutor(a)	Bolsista - Pós-Doutorando	UNICAMP																															
4	PD3 a Definir	Doutor(a)	Bolsista - Pós-Doutorando	CIMATEC																															
5	Doc1	Mestre(a)	Bolsista - Doutorando	CIMATEC																															
6	Doc2	Mestre(a)	Bolsista - Doutorando	UNICAMP																															
7	Doc3	Mestre(a)	Bolsista - Doutorando	UNICAMP																															
8	Ms1	Graduado(a)	Bolsista - Mestrando	CIMATEC																															
9	Ms2	Graduado(a)	Bolsista - Mestrando	CIMATEC																															
10	Ms3	Graduado(a)	Bolsista - Mestrando	UNICAMP																															
11	IC1	Estudante	Bolsista - Graduando	UNICAMP																															
12	IC2	Estudante	Bolsista - Graduando	UNICAMP																															
13	IC3	Estudante	Bolsista - Graduando	UNICAMP																															
14	IC4	Estudante	Bolsista - Graduando	UNICAMP																															
15	Gerhard Ett	Doutor(a)	Coordenador	CIMATEC	gerhard.ett@fieb.org.br	http://lattes.cnpq.br/1282503033237607																													
16	Raphael S. Suppino	Doutor(a)	Pesquisador	UNICAMP		http://lattes.cnpq.br/1437214547688523																													

Equipe Executora

Eixo I - BIO
Chamada: Projetos Estratégicos 01/23

Título: CENTRO MULTIUSUÁRIO EM TECNOLOGIAS DE MANUFATURA E VALIDAÇÃO DE CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DE ÓXIDO SÓLIDO SUPORTADAS EM METAL

Coordenador: Gustavo Doubek

Proponente: Universidade Estadual de Campinas

1.5 Equipe executora

Nº	Nome	Formação	Função na equipe	ICT ou empresa	e-mail	Currículo Lattes	30.2	31.1	31.2	32.1	32.2	33.1	33.2	34.1	34.2	35.1	35.2	36.1	36.2	37.1	37.2	38.1	38.2	39.1	39.2	40.1	40.2
Coordenador	Gustavo Doubek	Doutor(a)	Coordenador	UNICAMP	doubek@unicamp.br	http://lattes.cnpq.br/2409386156783785																					
1	Hudson Giovani Zanin	Doutor(a)	Coordenador	UNICAMP	hzanin@unicamp.br	http://lattes.cnpq.br/3846529974544709																					
2	PD1 a Definir	Doutor(a)	Bolsista - Pós-Doutorando	UNICAMP																							
3	PD2 a Definir	Doutor(a)	Bolsista - Pós-Doutorando	UNICAMP																							
4	PD3 a Definir	Doutor(a)	Bolsista - Pós-Doutorando	CIMATEC																							
5	Doc1	Mestre(a)	Bolsista - Doutorando	CIMATEC																							
6	Doc2	Mestre(a)	Bolsista - Doutorando	UNICAMP																							
7	Doc3	Mestre(a)	Bolsista - Doutorando	UNICAMP																							
8	Ms1	Graduado(a)	Bolsista - Mestrando	CIMATEC																							
9	Ms2	Graduado(a)	Bolsista - Mestrando	CIMATEC																							
10	Ms3	Graduado(a)	Bolsista - Mestrando	UNICAMP																							
11	IC1	Estudante	Bolsista - Graduando	UNICAMP																							
12	IC2	Estudante	Bolsista - Graduando	UNICAMP																							
13	IC3	Estudante	Bolsista - Graduando	UNICAMP																							
14	IC4	Estudante	Bolsista - Graduando	UNICAMP																							
15	Gerhard Ett	Doutor(a)	Coordenador	CIMATEC	gerhard.ett@fieb.org.br	http://lattes.cnpq.br/1282503033237607																					
16	Raphael S. Suppino	Doutor(a)	Pesquisador	UNICAMP		http://lattes.cnpq.br/1437214547688523																					

Cronograma de Atividades

Eixo I - BIO

Chamada: Projetos Estratégicos 01/23

0

Título: CENTRO MULTIUSUÁRIO EM TECNOLOGIAS DE MANUFATURA E VALIDAÇÃO DE CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DE ÓXIDO SÓLIDO
Coordenador: Gustavo Doubek
Proponente: Universidade Estadual de Campinas

Cod. Etapa	Etapa	Descrição da etapa	Entrega prevista / Resultado Esperado	Validadores da entrega/resultado	Mês início da etapa	Mês término da etapa	Duração da etapa	Responsável pela atividade
1	Definições e especificações finalizadas	Finalização de todas as definições e especificações técnicas dos equipamentos para a construção da linha de manufatura de MS-SOFC	Contato com empresas nacionais e internacionais. Levantamento de datasheets e manuais dos equips	Primeira versão dos orçamentos e proformas invoices recebidos	1	4	3	Gustavo Doubek
2	Análise de custo-benefício e negociações	Realização de análise de custo-benefício e negociações para a obtenção do maquinário necessário para a manufatura de SOFC	Negociação com empresas, meetings e planilha de especificações técnicas dos equips	Meetings para alinhamento da última versão das PIs e orçamentos dos equips	3	6	3	Gustavo Doubek
3.1	Elaboração e construção de marca para o CTM-SOFC	Elaboração e construção da marca do CTM-SOFC, incluindo divulgação da estrutura, resultados e atualização do plano de negócios	Logotipo e princípios do CTM-SOFC voltado às energias renováveis e sustentabilidade nacional	Logo e princípios criados	3	6	3	Hudson Giovani Zanin
3.2	Construção de canais de comunicação e divulgação online para o CTM-SOFC	Construção de canais de comunicação e divulgação online para o CTM-SOFC, para recebimento de demandas	Site divulgado em diversos canais de comunicação	Site criado com canais do YT, instagram, linkedin e ampla divulgação na mídia local e nacional	6	9	3	Hudson Giovani Zanin
4	Solicitação de pedidos de compra para maquinário	Realização de pedidos de compra após finalização das negociações para aquisição do maquinário	Consolidação do plano de negócios, sinergia entre demanda, especificações e atendimento dos equips	Compras submetidas à FUNCAMP	6	9	3	Gustavo Doubek
5.1	Elaboração de projeto para adequação da infra-estrutura	Elaboração do projeto para adequação da infraestrutura ao CTM-SOFC	Projeto de adequação da infraestrutura	Projeto conforme	3	6	3	Gustavo Doubek
5.2	Finalização de projeto e memorial descritivo	Finalização do projeto e elaboração do memorial descritivo para adequação da infraestrutura ao CTM-SOFC	Elaboração do memorial descritivo	Projeto e memorial descritivo finalizados e submetidos	6	9	3	Gustavo Doubek
6	Contratação e execução de reformas	Contratação de serviços e execução de reformas e adequações no espaço destinado ao CTM-SOFC	Planejamento e orçamento de serviços de reformas realizados	Orçamento de serviço de terceiros recebidos	6	9	3	Gustavo Doubek
6.1	Finalização de reformas e adequações	Finalização de todas as reformas e adequações no espaço destinado ao CTM-SOFC	Reforma e adequação em andamento	Reforma e adequação finalizados	9	12	3	Gustavo Doubek
6.2	Recebimento e comissionamento de maquinário	Recebimento e comissionamento do maquinário para a montagem da manufatura piloto de SOFC e estrutura para validação	Armazenamento adequado dos equips da manufatura de SOFCs e dos equips de testagem e validação	Equipamentos comissionados	10	13	3	Gustavo Doubek
7	Consolidação do comitê para avaliação de propostas	Consolidação do comitê responsável pela avaliação de propostas para o uso multiusuário	Reuniões entre os diretores, coordenadores e líderes para definição do comitê	Comitê selecionado	12	15	3	Hudson Giovani Zanin
8.1	Criação de técnicas para manufatura de suportes metálicos	Criação de diversas técnicas para a manufatura de suportes metálicos para a célula MS-SOFC	Revisão da literatura e aperfeiçoamento das técnicas em função da cadeia de fornecimento nacional	Técnicas estabelecidas	12	15	3	Hudson Giovani Zanin
8.2	Aprimoramento de técnicas para manufatura de suportes metálicos	Aprimoramento das técnicas já criadas para a manufatura de suportes metálicos para a célula MS-SOFC	Aperfeiçoamento das técnicas de manufatura dos suportes metálicos	Técnicas estabelecidas	15	18	3	Hudson Giovani Zanin
9.1	Produção de suporte metálico poroso	Produção de suporte metálico poroso para a criação de células MS-SOFC com até 216cm2	Prototipagem e viabilidade técnica para start up da manufatura de células maiores	Prototipagem consolidada e equips calibrados	15	18	3	Hudson Giovani Zanin

Cronograma de Atividades

Eixo I - BIO

Chamada: Projetos Estratégicos 01/23

0

Título: CENTRO MULTIUSUÁRIO EM TECNOLOGIAS DE MANUFATURA E VALIDAÇÃO DE CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DE ÓXIDO SÓLIDO
Coordenador: Gustavo Doubek
Proponente: Universidade Estadual de Campinas

Cod. Etapa	Etapa	Descrição da etapa	Entrega prevista / Resultado Esperado	Validadores da entrega/resultado	Mês início da etapa	Mês término da etapa	Duração da etapa	Responsável pela atividade
9.2	Otimização de suporte metálico poroso	Otimização do processo de produção do suporte metálico poroso para a criação de células MS-SOFC com até 216cm2	Otimização do processo de manufatura do suporte metálico par células maiores	Processo otimizado	18	21	3	Hudson Giovani Zanin
10	Criação de técnicas para construção da DBL	Desenvolvimento de técnicas para a construção da DBL sobre o suporte metálico	Técnicas de deposição em desenvolvimento	Técnicas de deposição estabelecidas e consolidadas	12	15	3	Gustavo Doubek
10.2	Aprimoramento de técnicas para construção da DBL	Aprimoramento das técnicas desenvolvidas para a construção da DBL sobre o suporte metálico	Revisão da literatura e aperferçoamento das técnicas em função da cadeia de fornecimento nacional	Técnicas estabelecidas	15	18	3	Gustavo Doubek
11.1	Confecção de DBLs sobre o suporte metálico	Início da produção de DBLs sobre o suporte metálico para até 216cm2	Deposição das DBLs das células em áreas de até 216 cm2	DBLs depositadas	15	18	3	Gustavo Doubek
11.2	Otimização de DBLs sobre o suporte metálico	Otimização do processo de confecção de DBLs sobre o suporte metálico para até 216cm2	Otimização do processo de deposição das DBLs das células	DBLs otimizadas	18	21	3	Gustavo Doubek
12.1	Criação de técnicas para confecção de anodo (base e ativo)	Desenvolvimento de técnicas para a confecção de anodo (base e ativo) por diferentes técnicas	Técnicas de conformação do anodo base e ativo em desenvolvimento	Técnicas estabelecidas e consolidadas	15	18	3	Gustavo Doubek
12.2	Aprimoramento de técnicas para confecção de anodo (base e ativo)	Aprimoramento das técnicas desenvolvidas para a confecção de anodo (base e ativo) por diferentes técnicas	Aprimoramento das técnicas de conformação do anodo base e ativo	Técnicas aprimoradas	18	21	3	Gustavo Doubek
13.1	Produção de anodo + Suporte metálico com DBL	Início da produção de anodo + Suporte metálico com DBL para 216cm2	Produção de suportes metálicos recobertos com anodos em áreas de até 216 cm2	Suportes metálicos com anodos depositados	18	21	3	Gustavo Doubek
13.2	Otimização de anodo + Suporte metálico com DBL	Otimização da produção de anodo + Suporte metálico com DBL para 216cm2	Otimização do processo de produção dos suportes metálicos recobertos com as camadas dos anodos	Otimização do processo de produção concluída	21	24	3	Gustavo Doubek
14.1	Criação de técnicas para confecção do eletrólitos finos	Desenvolvimento de técnicas para a confecção de eletrólitos finos por diferentes técnicas	Desenvolvimento das técnicas de deposição dos eletrólitos	Técnicas desenvolvidas	15	18	3	Hudson Giovani Zanin
14.2	Aprimoramento de técnicas para confecção do eletrólitos finos	Aprimoramento das técnicas desenvolvidas para a confecção de eletrólitos finos	Aprimoramento das técnicas de deposição dos eletrólitos	Aprimoramento estabelecido e consolidado	18	21	3	Hudson Giovani Zanin
15.1	Produção de Suporte+Anodo+DBL+Eletrólito	Início da produção de Suporte+Anodo+DBL+Eletrólito para 216cm2	Produção do suporte com os filmes dos anodos + DBLs + eletrólitos	Suportes metálicos com filmes dos anodos, DBLs e eletrólito depositados	18	21	3	Hudson Giovani Zanin
15.2	Otimização para o Suporte+Anodo+DBL+Eletrólito	Otimização da produção de Suporte+Anodo+DBL+Eletrólito para 216cm2	Otimização da produção dos suportes metálicos com os filmes dos anodos, DBLs e eletrólito	Suportes metálicos com filmes dos anodos, DBLs e eletrólito otimizados	21	24	3	Hudson Giovani Zanin
16.1	Criação de técnicas para confecção de DBL catódica	Desenvolvimento de técnicas para a confecção de DBL catódica	Criação e desenvolvimento de técnicas de deposição da DBL sobre o catodo e sobre o IC do catodo	Técnicas criadas e desenvolvidas	15	18	3	Gustavo Doubek
16.2	Aprimoramento de técnicas para confecção de DBL catódica	Aprimoramento das técnicas desenvolvidas para a confecção de DBL catódica	Aprimoramento das técnicas de deposição das DBLs do catodo e do IC do catodo desenvolvidas	Aprimoramento estabelecido e consolidado	18	21	3	Gustavo Doubek
17.1	Produção de Suporte+Anodo+DBL+Eletrólito+DBL	Início da produção de Suporte+Anodo+DBL+Eletrólito+DBL para 216cm2	Produção do suporte com os filmes dos anodos + DBLs + eletrólitos + DBL do eletrólito	Suportes metálicos com filmes dos anodos, DBLs, eletrólito e DBL do eletrólito depositados	18	21	3	Gustavo Doubek

Cronograma de Atividades

Eixo I - BIO

Chamada: Projetos Estratégicos 01/23

0

Título: CENTRO MULTIUSUÁRIO EM TECNOLOGIAS DE MANUFATURA E VALIDAÇÃO DE CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DE ÓXIDO SÓLIDO
Coordenador: Gustavo Doubek
Proponente: Universidade Estadual de Campinas

Cod. Etapa	Etapa	Descrição da etapa	Entrega prevista / Resultado Esperado	Validadores da entrega/resultado	Mês início da etapa	Mês término da etapa	Duração da etapa	Responsável pela atividade
17.2	Otimização de Suporte+Anodo+DBL+Eletrólito+DBL	Otimização da produção de Suporte+Anodo+DBL+Eletrólito+DBL para 216cm2	Otimização da produção dos suportes metálicos com os filmes dos anodos, DBLs, eletrólito e DBL do eletrólito	Suportes metálicos com filmes dos anodos, DBLs, eletrólito e DBL do eletrólito otimizados	21	24	3	Gustavo Doubek
18.1	Criação de técnicas para confecção de catodos	Desenvolvimento de técnicas para a confecção de catodos por diferentes técnicas	Desenvolvimento das técnicas de deposição dos catodos	Técnicas desenvolvidas	18	21	3	Hudson Giovani Zanin
18.2	Aprimoramento de técnicas para confecção de catodos	Aprimoramento das técnicas desenvolvidas para a confecção de catodos	Aprimoramento das técnicas de deposição dos catodos	Técnicas desenvolvidas	21	24	3	Hudson Giovani Zanin
19.1	Produção preliminar de MS-SOFC completa	Produção preliminar de MS-SOFC completa para 216cm2 otimizada	Início da produção das células com área ativa de até 216 cm2 em escala piloto	Protótipos de células maiores manufaturadas	21	24	3	Hudson Giovani Zanin
19.2	Produção de MS-SOFC completa	Produção de MS-SOFC completa para 216 cm2	Produção das células com área ativa de até 216 cm2	Células maiores manufaturadas	24	27	3	Gustavo Doubek
19.3	Produção otimizada de MS-SOFC completa	Produção otimizada de MS-SOFC completa para 216cm2 otimizada	Otimização da produção da células com área ativa de até 216 cm2	Células maiores otimizadas	27	30	3	Gustavo Doubek
20	Projeto inicial para Stack MS-SOFC com design de canais	Projeto inicial para Stack MS-SOFC com design de canais	Elaboração do projeto	Projeto consolidado	1	4	3	Gerhard Ett
21.1	Simulações CFD para perfil de velocidades para as diferentes geometrias de canais levantados	Realização de simulações CFD para analisar o perfil de velocidades em diferentes geometrias de canais levantados	Simulações CFD para várias geometrias de canais	Simulação consolidada	3	6	3	Dirceu Noriler
21.2	Simulações CFD para distribuição do gás para as diferentes geometrias de canais levantados	Realização de simulações CFD para analisar a distribuição do gás em diferentes geometrias de canais levantados	Simulações CFD para várias geometrias de canais	Simulação consolidada	6	9	3	Dirceu Noriler
22.1	Elaboração de código para simulação sobre consumo de gás e alterações dinâmicas à célula	Desenvolvimento de código para simular o consumo de gás e as alterações dinâmicas em células	Código de simulação em desenvolvimento	Código consolidado	6	9	3	Dirceu Noriler
22.2	Testagem de código para simulação sobre consumo de gás e alterações dinâmicas à célula	Teste do código desenvolvido para simular o consumo de gás e as alterações dinâmicas em células	Testagem do código	Testagem consolidada	9	12	3	Dirceu Noriler
22.3	Finalização de código para simulação sobre consumo de gás e alterações dinâmicas à célula	Conclusão do desenvolvimento do código para simular o consumo de gás e as alterações dinâmicas em células	Conclusão do código	Conclusão do código	12	15	3	Dirceu Noriler
23.1	Criação de ICs modelo para estampagem	Desenvolvimento de modelos de ICs para estampagem	Modelos em desenvolvimento	Modelos consolidados	3	6	3	Gerhard Ett
23.2	Fabricação de moldes dos ICs para estampagem	Fabricação de moldes para estampagem dos ICs	Fabricação dos moldes	Moldes fabricados	6	9	3	Gerhard Ett
24.1	Produção de placas estampadas para células de 216cm2	Fabricação de placas estampadas para células com área de 216cm2	Fabricação das placas	Placas estampadas	6	9	3	Gerhard Ett
24.2	Otimização de placas estampadas para células de 216cm2	Otimização das placas estampadas para melhor desempenho em células com área de 216cm2	Otimização das placas estampadas	Otimização concluída	9	12	3	Gerhard Ett
25.1	Elaboração de técnicas para revestimento anti-corrosivo das placas bipolares	Desenvolvimento de técnicas de revestimento anti-corrosivo para as placas bipolares	Técnicas de revestimento anti-corrosivo em desenvolvimento	Técnicas consolidadas	9	12	3	Gerhard Ett
25.2	Testagem de técnicas para revestimento anti-corrosivo dos ICs	Teste das técnicas de revestimento anti-corrosivo desenvolvidas para as placas bipolares	Testagem das técnicas	Técnicas consolidadas	12	15	3	Gerhard Ett

Cronograma de Atividades

Eixo I - BIO

Chamada: Projetos Estratégicos 01/23

0

Título: CENTRO MULTIUSUÁRIO EM TECNOLOGIAS DE MANUFATURA E VALIDAÇÃO DE CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DE ÓXIDO SÓLIDO
Coordenador: Gustavo Doubek
Proponente: Universidade Estadual de Campinas

Cod. Etapa	Etapa	Descrição da etapa	Entrega prevista / Resultado Esperado	Validadores da entrega/resultado	Mês início da etapa	Mês término da etapa	Duração da etapa	Responsável pela atividade
25.3	Otimização das técnicas para revestimento anti-corrosivo das placas bipolares	Otimização das técnicas de revestimento anti-corrosivo para melhor desempenho nas placas bipolares	Otimização das técnicas	Otimização consolidada	15	18	3	Gerhard Ett
26.1	Testes para placas revestidas sobre corrosão	Realização de testes de corrosão em placas revestidas	Testagem da qualidade das placas revestidas	Testagem concluída	12	15	3	Gerhard Ett
26.2	Testes para placas revestidas sobre vedação e montagem	Realização de testes de vedação e montagem em placas revestidas	Testes de estanqueidade e montagem das placas revestidas	Placas revestidas testadas e montadas	15	18	3	Gerhard Ett
27.1	Montagem de células unitárias MS-SOFC com 216cm2	Montagem de células unitárias MS-SOFC com área de 216cm2	Montagem das células	Células montadas	18	21	3	Gustavo Doubek
27.2	Testes de células unitárias MS-SOFC com 216cm2	Realização de testes em células unitárias MS-SOFC com área de 216cm2	Testagem das células montadas	Testagens conluídas	21	24	3	Gustavo Doubek
28.1	Montagem de stack de 3 células MS-SOFC	Montagem de um stack de 3 células MS-SOFC	Stack com 3 células montado	Montagem concluída	21	24	3	Gerhard Ett
28.2	Testes de stack de 3 células MS-SOFC	Realização de testes em um stack de 3 células MS-SOFC	Testagem do stack de 3 células	Testagem concluída	24	27	3	Gerhard Ett
29.1	Montagem de stack de 5 células MS-SOFC	Montagem de um stack de 5 células MS-SOFC	Stack com 5 células montado	Montagem concluída	24	27	3	Gerhard Ett
29.2	Testes de stack de 5 células MS-SOFC	Realização de testes em um stack de 5 células MS-SOFC	Testagem do stack de 10 células	Testagem concluída	27	30	3	Gerhard Ett
30.1	Montagem de stack de 10 células MS-SOFC (1kW)	Montagem de um stack de 10 células MS-SOFC com capacidade de 1 kW	Stack com 10 células montado	Montagem concluída	27	30	3	Gerhard Ett
30.2	Testes de stack de 10 células MS-SOFC (1kW)	Realização de testes em um stack de 10 células MS-SOFC com capacidade de 1 kW	Testagem do stack de 5 células	Tesagem concluída	30	33	3	Gustavo Doubek
31.1	Montagem de reformador modelo externo	Montagem de um reformador modelo externo	Montagem do reformador externo	Reformador externo montado	3	6	3	Raphael S. Suppino
31.2	Comissionamento de reformador modelo externo	Realização do comissionamento de um reformador modelo externo	Comissionamento do reformador externo	Reformador externo comissionado	6	9	3	Raphael S. Suppino
32.1	Elaboração de protocolos de testes para reformadores	Desenvolvimento de protocolos de testes para reformadores	Desenvolvimento de protocolos de testes para reformadores	Protocolos coconsolidados	6	9	3	Raphael S. Suppino
32.2	Elaboração de protocolos de caracterização para reformadores	Desenvolvimento de protocolos de caracterização para reformadores	Desenvolvimento de protocolos de caracterização para reformadores	Protocolos coconsolidados	9	12	3	Raphael S. Suppino
33.1	Análises sobre gases gerados no sistema	Realização de análises dos gases gerados no sistema	Análise de gases gerados	Análise concluída	9	12	3	Raphael S. Suppino
33.2	Otimização das análises sobre gases gerados no sistema	Otimização das análises dos gases gerados no sistema	Otimização das análises dos gases gerados	Otimização do sistema conluída	12	15	3	Raphael S. Suppino
34.1	Testagem de métodos de regeneração e remoção de coque	Teste de métodos de regeneração e remoção de coque	Testagem dos métodos de regeneração e remoção de coque	Métodos consolidados	12	15	3	Raphael S. Suppino
34.2	Caracterização de métodos de regeneração e remoção de coque	Realização da caracterização de métodos de regeneração e remoção de coque	Caracterização dos métodos de regeneração e remoção de coque	Caracterização concluída	15	18	3	Raphael S. Suppino
35.1	Testes de conversão preliminares em condições dinâmicas	Realização de testes preliminares de conversão em condições dinâmicas	Testagem preliminar de conversão em condições dinâmicas	Testagem concluída	15	18	3	Raphael S. Suppino
35.2	Testes de conversão consolidados em condições dinâmicas	Realização de testes consolidados de conversão em condições dinâmicas	Testagem preliminar de conversão em condições dinâmicas	Testagem concluída	18	21	3	Raphael S. Suppino
36.1	Elaboração de protocolos de testagem de células até 20mm (testes rápidos de polarização, EIS)	Desenvolvimento de protocolos de testes para células de até 20mm, incluindo testes rápidos de polarização e EIS	Protocolos de testes rápidos para células de até 20 mm em desenvolvimento	Protocolos consolidados	12	15	3	Gustavo Doubek

Cronograma de Atividades		0
Eixo I - BIO		
Chamada: Projetos Estratégicos 01/23		
Título:	CENTRO MULTIUSUÁRIO EM TECNOLOGIAS DE MANUFATURA E VALIDAÇÃO DE CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DE ÓXIDO SÓLIDO	
Coordenador:	Gustavo Doubek	
Proponente:	Universidade Estadual de Campinas	

Cod. Etapa	Etapa	Descrição da etapa	Entrega prevista / Resultado Esperado	Validadores da entrega/resultado	Mês início da etapa	Mês término da etapa	Duração da etapa	Responsável pela atividade
36.2	Otimização de protocolos de testagem de células até 20mm (testes rápidos de polarização, EIS)	Otimização de protocolos de testes para células de até 20mm, incluindo testes rápidos de polarização e EIS	Protocolos de testes rápidos para células de até 20 mm em otimização	Protocolos otimizados	15	18	3	Gustavo Doubek
37.1	Elaboração de protocolos de testagem de células até 80mm (polarização, EIS)	Desenvolvimento de protocolos de testes para células de até 80mm, incluindo polarização e EIS	Protocolos de testes para células de até 80 mm em desenvolvimento	Protocolos consolidados	15	18	3	Gustavo Doubek
37.2	Otimização de protocolos de testagem de células até 80mm (polarização, EIS)	Otimização de protocolos de testes para células de até 80mm, incluindo polarização e EIS	Protocolos de testes para células de até 80 mm em otimização	Otimização concluída	18	21	3	Gustavo Doubek
38.1	Elaboração de protocolos de testagem de células até 216cm2 (polarização, EIS)	Desenvolvimento de protocolos de testes para células de até 216cm2, incluindo polarização e EIS	Protocolos de testes para células de até 216 cm2 em desenvolvimento	Protocolos consolidados	21	24	3	Gustavo Doubek
38.2	Otimização de protocolos de testagem de células até 216cm2 (polarização, EIS)	Otimização de protocolos de testes para células de até 216cm2, incluindo polarização e EIS	Protocolos de testes para células de até 216 cm2 em otimização	Otimização concluída	24	27	3	Gustavo Doubek
39.1	Testes preliminares de polarização para stacks com até 10 células	Realização de testes preliminares de polarização em stacks com até 10 células	Testagene preliminares de polarização dos stacks	Testagens concluídas	27	30	3	Gerhard Ett
39.2	Testes consolidados de polarização para stacks com até 10 células	Realização de testes consolidados de polarização em stacks com até 10 células	Testagem dos testes consolidados	Testes concluídos	30	33	3	Gustavo Doubek
40.1	Elaboração de protocolos de testagem de célula para envelhecimento	Desenvolvimento de protocolos de testes para células visando o envelhecimento	Protocolos de testes para células em longo tempo de operação em desenvolvimento	Protocolos consolidados	30	33	3	Gustavo Doubek
40.2	Validação de protocolos de testagem de célula para envelhecimento	Validação dos protocolos de testes para células visando o envelhecimento	Validação dos protocolos de testagem das células em longo tempo de operação	Protocolos validados	33	36	3	Gustavo Doubek

Orçamento

LINHA V - Biocombustíveis, Segurança Veicular e Propulsão Alternativa à Combustão
Eixo I - BIO
Chamada: Projetos Estratégicos 01/23

Título: CENTRO MULTIUSUÁRIO EM TECNOLOGIAS DE MANUFATURA E VALIDAÇÃO DE CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DE ÓXIDO SÓLIDO SUPORTADAS EM METAL
Coordenador: Gustavo Doubek
Proponente: Universidade Estadual de Campinas

Orçamento FUNDEP		
1	Custeio	R\$ 4.062.111,31
1.1	Pessoal	R\$ 2.036.540,00
1.1.1	Bolsas	R\$ 2.036.540,00
1.1.2	CLT	R\$ 0,00
1.2	Viagens	R\$ 80.000,00
1.2.1	Passagens	R\$ 40.000,00
1.2.2	Diárias	R\$ 40.000,00
1.3	Material de consumo	R\$ 547.000,00
1.4	Serviços de Terceiros	R\$ 970.000,00
1.5	Custos Administrativos	R\$ 428.571,31
2	Capital	R\$ 4.937.886,28
2.1	Material permanente	R\$ 4.887.186,28
2.2	Obras	R\$ 50.700,00
	Total	R\$ 8.999.997,60

Contrapartidas			
ICT	Contrapartida Econômica	Contrapartida Financeira	Representatividade
UNICAMP	R\$ 675.000,00	R\$ 0,00	8%
CIMATEC	R\$ 230.000,00	R\$ 0,00	3%
	R\$ 905.000,00	R\$ 0,00	10%

Custo Administrativo por Gestora:		
FUNCAMP	R\$	428.571,31

Distribuição do recurso FUNDEP por ICT					
Instituição:		UNICAMP	CIMATEC	0	Total
Gestora:		FUNCAMP	FUNCAMP		
1	Custeio	R\$ 3.144.852,31	R\$ 917.259,00	R\$ 0,00	R\$ 4.062.111,31
1.1	Pessoal	R\$ 1.523.960,00	R\$ 512.580,00	R\$ 0,00	R\$ 2.036.540,00
1.1.1	Bolsas	R\$ 1.523.960,00	R\$ 512.580,00	R\$ 0,00	R\$ 2.036.540,00
1.1.2	CLT	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
1.2	Viagens	R\$ 40.000,00	R\$ 40.000,00	R\$ 0,00	R\$ 80.000,00
1.2.1	Passagens	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 0,00	R\$ 40.000,00
1.2.2	Diárias	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 0,00	R\$ 40.000,00
1.3	Material de consumo	R\$ 466.000,00	R\$ 81.000,00	R\$ 0,00	R\$ 547.000,00
1.4	Serviços de Terceiros	R\$ 730.000,00	R\$ 240.000,00	R\$ 0,00	R\$ 970.000,00
1.5	Custos Administrativos	R\$ 384.892,31	R\$ 43.679,00	R\$ 0,00	R\$ 428.571,31
2	Capital	R\$ 4.937.886,28	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 4.937.886,28
2.1	Material permanente	R\$ 4.887.186,28	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 4.887.186,28
2.2	Obras	R\$ 50.700,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 50.700,00
	Total	R\$ 8.082.738,60	R\$ 917.259,00	R\$ 0,00	R\$ 8.999.997,60

Valores do projeto	
Aporte Fundep	R\$ 8.999.997,60
Contrapartidas	R\$ 905.000,00
Valor Global	R\$ 9.904.997,60

Bolsas

Eixo I - BIO
Chamada: Projetos Estratégicos 01/23

Título: CENTRO MULTIUSUÁRIO EM TECNOLOGIAS DE MANUFATURA E VALIDAÇÃO DE CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DE ÓXIDO SÓLIDO
SUPPORTADAS EM METAL
Coordenador: Gustavo Doubek
Proponente: Universidade Estadual de Campinas

4.1 Elemento de Despesa: Bolsas

4.1.1 Bolsas de formação - Técnico, Graduação, Mestrado e Doutorado

Nº	Modalidade da bolsa (1)	Recebedor	Valor (R\$) (2)	ICT Recebedora (3)	Período (em meses)(4)	Dedicação semanal (em horas)	Valor (R\$)
1	Doutorado (BD)	Doc1	3565	UNICAMP	36	40	128.340,00
2	Doutorado (BD)	Doc2	3565	UNICAMP	36	40	128.340,00
3	Doutorado (BD)	Doc3	3565	CIMATEC	36	40	128.340,00
4	Mestrado (BM)	Ms1	2415	UNICAMP	24	40	57.960,00
5	Mestrado (BM)	Ms2	2415	UNICAMP	24	40	57.960,00
6	Mestrado (BM)	Ms3	2415	UNICAMP	24	40	57.960,00
7	Graduando(BG)	IC1	805	UNICAMP	12	30	9.660,00
8	Graduando(BG)	IC2	805	UNICAMP	12	30	9.660,00
9	Graduando(BG)	IC3	805	UNICAMP	12	30	9.660,00
10	Graduando(BG)	IC4	805	UNICAMP	12	30	9.660,00
TOTAL							597.540,00

4.1.2 Bolsas de Pós-Doutorado e de Incentivo à Inovação

Nº	Modalidade da bolsa (1)	Recebedor	Valor (R\$) (2)	ICT Recebedora (3)	Período (em meses)(4)	Dedicação semanal (em horas)	Valor (R\$)
1	Coord. geral(COG)	Gustavo Doubek	3565	UNICAMP	16	10	57.040,00
2	Coord. geral(COG)	Gustavo Doubek	7130	UNICAMP	20	10	142.600,00
3	Coord. associado(COA)	Hudson Giovani Zanin	3565	UNICAMP	16	4	57.040,00
4	Coord. associado(COA)	Hudson Giovani Zanin	5980	UNICAMP	20	4	119.600,00
5	Pós-doutorado 2 (BPD2)	PD1 a Definir	8510	UNICAMP	24	40	204.240,00
6	Pós-doutorado 2 (BPD2)	PD2 a Definir	8510	UNICAMP	24	40	204.240,00
7	Pós-doutorado 2 (BPD2)	PD3 a Definir	8510	CIMATEC	24	40	204.240,00
8	Coord. associado(COA)	Gerhard Ett	5000	CIMATEC	36	8	180.000,00
9	Bolsista de Incentivo à Inovação V	Raphael S. Suppino	4500	UNICAMP	36	5	162.000,00
10	Bolsista de Incentivo à Inovação V	Dirceu Noriler	4500	UNICAMP	24	5	108.000,00
TOTAL							1.439.000,00

VALOR TOTAL DO ELEMENTO DE DESPESA 2.036.540,00

Passagens aéreas e terrestres

0

Eixo I - BIO

Chamada: Projetos Estratégicos 01/23

Título: CENTRO MULTIUSUÁRIO EM TECNOLOGIAS DE MANUFATURA E VALIDAÇÃO DE CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DE ÓXIDO SÓLIDO SUPORTADAS EM METAL

Coordenador: Gustavo Doubek

Proponente: Universidade Estadual de Campinas

6. Elemento de Despesa: Passagens Aéreas e Terrestres

Nº	Descrição do item (1)	Finalidade/Justificativa (2)	ICT Recebedora (3)	Valor unitário - Trecho completo (ida e volta)	Quant. dias da viagem	Quant. Pessoas	Valor (R\$)
1	Intercâmbio alunos e pesquisadores UNICAMP(SP)-CIMATEC(BA)	O projeto foi concebido com atividades de construção da MS-SOFC na Unicamp e as placas bipolares no CIMATEC para construção do STACK. Dessa forma será importante manter um intercâmbio entre pesquisadores e alunos durante o projeto para a construção do STACK final.	UNICAMP	2.000,00	10,00	10	R\$ 20.000,00
2	Intercâmbio alunos e pesquisadores CIMATEC(BA)-UNICAMP(SP)	O projeto foi concebido com atividades de construção da MS-SOFC na Unicamp e as placas bipolares no CIMATEC para construção do STACK. Dessa forma será importante manter um intercâmbio entre pesquisadores e alunos durante o projeto para a construção do STACK final	CIMATEC	2.000,00	10,00	10	R\$ 20.000,00
VALOR TOTAL DO ELEMENTO DE DESPESA							40.000,00

Diárias

0

Eixo I - BIO

Chamada: Projetos Estratégicos 01/23

Título: CENTRO MULTIUSUÁRIO EM TECNOLOGIAS DE MANUFATURA E VALIDAÇÃO DE CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DE ÓXIDO SÓLIDO SUPORTADAS EM METAL

Coordenador: Gustavo Doubek

Proponente: Universidade Estadual de Campinas

7. Elemento de Despesa: Diárias

Nº	Tipo	Finalidade/Justificativa (1)	ICT Recebedora (2)	Valor unitário	Quant. Dias	Quant. Pessoas	Valor (R\$)
1	Diárias Nacionais	O projeto foi concebido com atividades de construção da MS-SOFC na Unicamp e as placas bipolares no CIMATEC para construção do STACK. Dessa forma será importante manter um intercâmbio entre pesquisadores e alunos durante o projeto para a construção do STACK final.	UNICAMP	R\$ 400,00	10	5	R\$ 20.000,00
2	Diárias Nacionais	O projeto foi concebido com atividades de construção da MS-SOFC na Unicamp e as placas bipolares no CIMATEC para construção do STACK. Dessa forma será importante manter um intercâmbio entre pesquisadores e alunos durante o projeto para a construção do STACK final.	CIMATEC	R\$ 400,00	10	5	R\$ 20.000,00
VALOR TOTAL DO ELEMENTO DE DESPESA							40.000,00

Material de consumo		Eixo I - BIO
		Chamada: Projetos Estratégicos 01/23
Título:	CENTRO MULTIUSUÁRIO EM TECNOLOGIAS DE MANUFATURA E VALIDAÇÃO DE CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DE ÓXIDO SÓLIDO SUPORTADAS EM METAL	
Coordenador:	Gustavo Doubek	
Proponente:	Universidade Estadual de Campinas	

8. Elemento de Despesa: Material de Consumo

8.1 Material de consumo nacional

Nº	Descrição do item	Finalidade/Justificativa (1)	ICT Recebedora (2)	Valor unitário	Quant.	Valor (R\$)
1	Insumos químicos, chapas metálicas, reagentes químicos	Este item será utilizado para a aquisição de reagentes químicos e insumos necessários para a construção de todas as camadas da MS-SOFC, incluindo targets para criação de filmes finos, pós metálicos e cerâmicos. As atividades ligadas a este item correspondem as atividades de 8 a 18 na confecção da célula MS-SOFC.	UNICAMP	10.000,00	15	150.000,00
2	Cilindro de gases	Este item será necessário para os testes de reformadores, células a combustível e para inertizações em tratamentos térmicos durante a construção da MS-SOFC. As atividades ligadas a este item correspondem a 8 a 18 na criação da célula MS-SOFC, atividades 27 a 30 ligadas a testagem das células e atividades 31 a 35 ligadas aos testes para os reformadores e 40 para testes do STACK final.	UNICAMP	1.000,00	66	66.000,00
3	Epis e material de segurança	Equipamentos de proteção individuais para execução de atividades laboratorias com total segurança para o laboratório na UNICAMP.	UNICAMP	1.000,00	10	10.000,00
4	Insumos químicos, chapas metálicas, reagentes químicos, cilindros de gás.	Este item será utilizado para aquisição de reagentes químicos no tratamento anti-corrosivo, placas metálicas e aditivos na para a criação das placas bipolares por estampagem e materias de consumo para ferramentaria. As atividades ligadas a esta item se referem 23 a 26, 28 a 30 e 39 na criação das placas bipolares e testagens preliminares dos módulos,	CIMATEC	10.000,00	7	70.000,00
5	Epis e material de segurança	Equipamentos de proteção individuais para execução de atividades laboratorias com total segurança para os laboratórios no CIMATEC	CIMATEC	1.000,00	11	11.000,00
Total Nacional						307.000,00

8.2 Material de consumo importado

Nº	Descrição do item	Finalidade/Justificativa (1)	ICT Recebedora (2)	Valor unitário em moeda estrangeira	Quant.	Moeda	Câmbio	Valor (R\$)
1	Insumos químicos, chapas metálicas, reagentes químicos pós metálicos e cerâmicos	Muitos dos insumos necessários para a construção de SOFCs neste momento só são possíveis de serem adquiridos por fornecedores externos importados. Assim necessitarem de tais itens para a construção das células, porém esperamos que a infra criada viabilize fornecedores nacionais. As atividades ligadas e este item se relacionam a confecção das células MS-SOFC, itens de 8 a 18.	UNICAMP	1.000,00	50	Dolar	4,8	240.000,00
Total Importado								240.000,00

Serviços de terceiros

0
Eixo I - BIO
Chamada: Projetos Estratégicos 01/23

Título: CENTRO MULTIUSUÁRIO EM TECNOLOGIAS DE MANUFATURA E VALIDAÇÃO DE CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DE ÓXIDO SÓLIDO SUPOSTAS EM METAL
Coordenador: Gustavo Doubek
Proponente: Universidade Estadual de Campinas

9. Elemento de Despesa: Serviços de Terceiros

9.1 Serviços de Terceiros Pessoa Jurídica

Nº	Descrição do item	Finalidade/Justificativa (1)	ICT Recebedora (2)	Valor unitário	Quant.	Valor (R\$)
1	Serviços de molde e usinagem de protótipos e peças.	Usinagem de peças para instalação, ajustes de estações de testes para reformadores e Testagem de células a combustível.	UNICAMP	5.000,00	10	50.000,00
2	Serviços de molde e usinagem de protótipos e peças.	Serviços de criação de moldes em alumínio e aço para estampagem de placas bipolares e ajustes de ferramentaria para acoplamento com prensas existentes	CIMATEC	10.000,00	24	240.000,00
3	Despesas acessórias de importação	Despesas acessórias de importação para variação cambial e demais custos envolvidos	UNICAMP	590.000,00	1	590.000,00
4	Atualização para cromatógrafo e CG/MS	Equipamento existe que será cedido ao projeto porém demanda atualização para poder operar de acordo com a necessidade do projeto.	UNICAMP	30.000,00	1	30.000,00
5	Serviços para criação de plataformas on-line e divulgação do CTM-SOFC	Este recurso será empenhado na criação da marca, canais de acesso para o multiusuário e divulgação das atividades e capacidades do CTM-SOFC de acordo com as demandas do edital.	UNICAMP	20.000,00	3	60.000,00
Total						970.000,00

Material Permanente

0

Eixo I - BIO

Chamada: Projetos Estratégicos 01/23

Título: CENTRO MULTIUSUÁRIO EM TECNOLOGIAS DE MANUFATURA E VALIDAÇÃO DE CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DE ÓXIDO SÓLIDO SUPOSTADAS EM METAL
Coordenador: Gustavo Doubek
Proponente: Universidade Estadual de Campinas

10. Elemento de Despesa: Material permanente

10.1 Material permanente nacional

Nº	Descrição do item	Finalidade/Justificativa (1)	ICT Recebedora (2)	Valor unitário	Quant.	Valor (R\$)
1	Cromatógrafo online CG/TCD (fase piloto)	Medição on-line de gases do reformador	UNICAMP	300.000,00	1	300.000,00
2	Forno Reformador	Para aquecimento na testagem de reformadores	UNICAMP	40.000,00	1	40.000,00
3	Computador para controle estação reforma	Computador necessário para controle da estação de testes dos reatores de reforma	UNICAMP	24.000,00	1	24.000,00
4	Bomba HPLC	Para controle de alimentação Etanol/Água	UNICAMP	25.000,00	1	25.000,00
5	Controladores para Reformador	Controladores de temperatura para controle do reator	UNICAMP	40.000,00	1	40.000,00
6	Balance Mettler-Toledo - Archimedes XPR density	Equipamento necessário para determinação de porosidade destinado a caracterização dos suportes metálicos	UNICAMP	134.277,29	1	134.277,29
Total Nacional						563.277,29

10.2 Material permanente importado

Nº	Descrição do item	Finalidade/Justificativa (1)	ICT Recebedora (2)	Valor unitário em moeda estrangeira	Quant.	Moeda	Câmbio	Valor (R\$)
1	Screen Printer HaikuTech P-200	Conformação de eletrodos finos e funcionais das células com arquitetura hierárquica. Resolução de espessura de 5 microns. Área útil de impressão até 210x210 mm.	UNICAMP	99.856,00	1	Dolar	4,80	479.308,80
2	1700°C Max. Tightness H2 and Ar Gas Box Furnace	Forno para sinterização em atmosfera controlada na criação de anodos e suportes metálicos e revestimentos em placas bipolares	UNICAMP	114.132,75	1	Dolar	4,80	547.837,20
3	Rêometro HAAKE Mars iQ + TM-PE-C+P	Caracterização reológica das suspensões e do sol gel dos componentes das células e dos catalisadores para criação de filmes.	UNICAMP	53.251,00	1	Euro	5,21	277.437,71
4	Vertical Tube Furnace for Testing SOFC 20 mm of diameter	Testagem de pequenas células e desenvolvimento de novos materiais de forma rápida e com baixo custo. Testagem rápida e validação de materiais, morfologia, microestrutura e arquitetura das células	UNICAMP	29.044,25	1	Dolar	4,80	139.412,40
5	Fiixell Testbed System ONE OpenFlages 80 mm of diameter	Testagem de desempenho e performance de células e pequeno stacks, extração de dados de EIS e curvas de polarização. Validação dos métodos construtivos das células e levantamento da distribuição dos tempos de relaxação (DRTs) dos processos eletroquímicos e para a criação dos protocolos de QA. Pode ser feito upgrade para testagem de stacks de até 1 kW no caso do sistema com uma flange	UNICAMP	44.337,00	1	Euro	5,21	230.995,77
6	Fiixell Testbed System FOUR OpenFlages 80 mm of diameter	Testagem de desempenho e performance de células e pequeno stacks, extração de dados de EIS e curvas de polarização. Validação dos métodos construtivos das células e levantamento da distribuição dos tempos de relaxação (DRTs) dos processos eletroquímicos e para a criação dos protocolos de QA. Pode ser feito upgrade para testagem de stacks de até 1 kW no caso do sistema com uma flange.	UNICAMP	79.694,64	1	Euro	5,21	415.209,07

Material Permanente

0

Eixo I - BIO

Chamada: Projetos Estratégicos 01/23

Título: CENTRO MULTIUSUÁRIO EM TECNOLOGIAS DE MANUFATURA E VALIDAÇÃO DE CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DE ÓXIDO SÓLIDO SUPORTADAS EM METAL

Coordenador: Gustavo Doubek

Proponente: Universidade Estadual de Campinas

10. Elemento de Despesa: Material permanente

7	FCM Nexceris ProboStat Station TestBed of 30 mm of diameter	Testagem de pequenas células com dois ou três eletrodos e desenvolvimento de novos materiais de forma rápida e com baixo custo. Testagem rápida e validação de materiais, morfologia, microestrutura e arquitetura das células. Com inúmeros acessórios para a caracterização das propriedades elétricas em 4-pontos em modo DC.	UNICAMP	71.066,00	1	Dolar	4,80	341.116,80
8	Optical Microscopy Olympus + CCD + Software	Apoio na preparação de amostras para observação em microscópios eletrônicos e quantificação dos poros dos eletrodos e PMSs. Validação dos métodos construtivos dos PMSs.	UNICAMP	15.600,00	1	Dolar	4,80	74.880,00
9	Dilatometer DIL 402 Classic (RT..1600°C)NETZSCH	Levantamento da temperatura de sinterização dos materiais usados nas células e cálculo dos coeficientes de expansão térmico. Atende ensaios dentro das normas DIN EN 821, DIN 51045, ASTM E831 or ASTM E288.	UNICAMP	49.100,00	1	Euro	5,21	255.811,00
10	Fiaxell Testbed System ONE OpenFlages 100x100 mm	Testagem de desempenho e performance de células e pequeno stacks, extração de dados de EIS e curvas de polarização. Validação dos métodos construtivos das células e levantamento da distribuição dos tempos de relaxação (DRTs) dos processos eletroquímicos e para a criação dos protocolos de QA. Pode ser feito upgrade para testagem de stacks de até 1 kW no caso do sistema com uma flange.	UNICAMP	55.643,04	1	Euro	5,21	289.900,24
11	E-beam para filmes finos	Principal equipamento adquirido pelo projeto que será utilizada para a criação de filmes finos densos na composição de filmes de eletrólitos e DBL com excelente homogeneidade mesmo para áreas maiores de célula garantindo assim reprodutibilidade e aumento da vida útil.	UNICAMP	265.000,00	1	Dolar	4,80	1.272.000,00
Total Importado								4.323.908,99

VALOR TOTAL DO ELEMENTO DE DESPESA

4.887.186,28

Obras	0
Eixo I - BIO Chamada: Projetos Estratégicos 01/23	
Título: CENTRO MULTIUSUÁRIO EM TECNOLOGIAS DE MANUFATURA E VALIDAÇÃO DE CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DE ÓXIDO SÓLIDO SUPORTADAS EM METAL	
Coordenador: Gustavo Doubek	
Proponente: Universidade Estadual de Campinas	

11. Elemento de Despesa: Obras

Nº	Descrição do item	Finalidade/Justificativa (1)	ICT Recebedora (2)	Valor (R\$)
1	Alterações para instalação e comissionamento	Pequenos ajustes de layout para instalação de equipamentos adquiridos para montagem e omissão do CTM-SOFC.	UNICAMP	R\$ 50.700,00
VALOR TOTAL DO ELEMENTO DE DESPESA				50.700,00

Contrapartidas Econômicas

Eixo I - BIO

Chamada: Projetos Estratégicos 01/23

Título: CENTRO MULTIUSUÁRIO EM TECNOLOGIAS DE MANUFATURA E VALIDAÇÃO DE CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DE ÓXIDO SÓLIDO SUPORTADAS EM METAL

Coordenador: Gustavo Doubek

Proponente: Universidade Estadual de Campinas

12.2 Contrapartidas das ICTs

Nº	Descrição do item	Aplicação no projeto	Valor unitário	Quant.	Unidade	Tipo (6)	Rubrica	Recurso (5)	Valor (R\$)
1	Licença software Ansys CFX	Licença do software pela UNICAMP que será utilizada nas simulações necessárias ao desenvolvimento das placas bipolares.	120.000,00	1		Econômica		UNICAMP	120.000,00
2	manutenções XPS 3 anos	O XPS será um equipamento fundamental na construção das células SOFC e para garantir o seu funcionamento já há um aporte para aquisição de peças de reposição e seu serviço	50.000,00	3		Econômica		UNICAMP	150.000,00
3	Manutenção FEG MEV 3 anos	Valores para substituição da coluna do microscópio que será amplamente utilizada na caracterização dos filmes finos criados para a construção da MS-SOFC.	65.000,00	3		Econômica		UNICAMP	195.000,00
4	Preparação de amostras de metalurgia	Serviços da estrutura existente que será alocada para o projeto na preparação de amostras metalúrgicas para correta caracterização.	25.000,00	3		Econômica		UNICAMP	75.000,00
5	Uso de linha de manufatura piloto para baterias e supercapacitores	Serão realizados testes complementares durante o comissionamento da manufatura de MS-SOFC. Alguns dos equipamentos já possuímos em versões menores de bancada que irão auxiliar nos ajustes de formulações.	45.000,00	3		Econômica		UNICAMP	135.000,00
6	Uso de prensas de estampagem	Serão utilizadas na criação das placas bipolares metálicas no desenvolvimento e construção de módulos	30.000,00	2		Econômica		CIMATEC	60.000,00
7	Uso do centro de usinagem	Serão utilizadas na fabricação de moldes para estampagem e ajustes de tolerâncias para fabricação das placas bipolares	40.000,00	2		Econômica		CIMATEC	80.000,00
8	Manutenção MEV	Será utilizada na caracterização das placas moldadas e verificação sobre o processo de estampagem	45.000,00	2		Econômica		CIMATEC	90.000,00
Total									905.000,00

VALOR TOTAL DDE CONTRAPARTIDAS	905.000,00
---------------------------------------	-------------------

Cronograma de desembolso

Eixo I - BIO

Chamada: Projetos Estratégicos 01/23

Título: CENTRO MULTIUSUÁRIO EM TECNOLOGIAS DE MANUFATURA E VALIDAÇÃO DE CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DE ÓXIDO SÓLIDO SUPORTADAS EM METAL

Coordenador: Gustavo Doubek

Proponente: Universidade Estadual de Campinas

Cronograma de Desembolso do recurso Fundep dividido por Fundação de Apoio

FUNCAMP

		Parcela 01	Parcela 02	Total
1	Custeio	R\$ 2.031.055,66	R\$ 2.031.055,66	R\$ 4.062.111,31
1.1	Pessoal	R\$ 1.018.270,00	R\$ 1.018.270,00	R\$ 2.036.540,00
1.1.1	Bolsas	R\$ 1.018.270,00	R\$ 1.018.270,00	R\$ 2.036.540,00
1.1.2	CLT	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
1.2	Viagens	R\$ 40.000,00	R\$ 40.000,00	R\$ 80.000,00
1.2.1	Passagens	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 40.000,00
1.2.2	Diárias	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 40.000,00
1.3	Material de consumo	R\$ 273.500,00	R\$ 273.500,00	R\$ 547.000,00
1.4	Serviços de Terceiros	R\$ 485.000,00	R\$ 485.000,00	R\$ 970.000,00
1.5	Custos Administrativos	R\$ 214.285,66	R\$ 214.285,66	R\$ 428.571,31
2	Capital	R\$ 4.912.536,28	R\$ 25.350,00	R\$ 4.937.886,28
2.1	Material permanente	R\$ 4.887.186,28	R\$ 0,00	R\$ 4.887.186,28
2.2	Obras	R\$ 25.350,00	R\$ 25.350,00	R\$ 50.700,00
	Total	R\$ 6.943.591,94	R\$ 2.056.405,66	R\$ 8.999.997,60

27192-82-Acordo de Parceria Gustavo Doubek

Código do documento 82db147c-977d-4708-987a-9435d7fd6592

Anexo: 27192-82 - Anexo I.pdf

Anexo: 27192-82 - Anexo II.pdf



Assinaturas



JAIME ARTURO RAMIREZ
presidencia@fundep.com.br
Assinou

Jaime Arturo Ramirez



Antonio José de Almeida Meirelles
assinagr@unicamp.br
Assinou

Antonio José de Almeida Meirelles



ANTONIO RICARDO ALVAREZ ALBAN
presidencia@fieb.org.br
Assinou

ANTONIO RICARDO ALVAREZ ALBAN



Evandro Minucci Mazo
diretoriasenaiba@fieb.org.br
Assinou

Evandro Minucci Mazo



Orival Andries Júnior
assinatura_diretoria@funcamp.unicamp.br
Assinou

OAS



Karina Ribeiro de Matos
karinamatos@fundep.com.br
Assinou como testemunha

Karina Ribeiro de Matos



Gustavo Doubek
doubek@unicamp.br
Assinou como testemunha

GDM

Eventos do documento

29 Sep 2023, 10:30:58

Documento 82db147c-977d-4708-987a-9435d7fd6592 **criado** por KARINA RIBEIRO DE MATOS (5398f90e-2e8a-4acb-ab0d-deac52b3054a). Email: karinamatos@fundep.com.br. - DATE_ATOM: 2023-09-29T10:30:58-03:00

29 Sep 2023, 10:47:39

Assinaturas **iniciadas** por KARINA RIBEIRO DE MATOS (5398f90e-2e8a-4acb-ab0d-deac52b3054a). Email: karinamatos@fundep.com.br. - DATE_ATOM: 2023-09-29T10:47:39-03:00

29 Sep 2023, 12:50:48

GUSTAVO DOUBEK **Assinou como testemunha** - Email: doubek@unicamp.br - IP: 177.220.38.210

(wifi-177-220-38-210.wifi.feq.unicamp.br porta: 27116) - [Geolocalização: -22.8204295 -47.0655487](#) - Documento de identificação informado: 048.072.969-73 - DATE_ATOM: 2023-09-29T12:50:48-03:00

29 Sep 2023, 14:18:35

JAIME ARTURO RAMIREZ **Assinou** (9ffe304d-fd4d-4ffc-a6bd-3cfa2cb8f1f4) - Email: presidencia@fundep.com.br - IP: 187.1.90.13 (187-1-90-13.static.algartelem.com.br porta: 6120) - [Geolocalização: -19.862321 -43.967369](#) - Documento de identificação informado: 554.155.556-68 - DATE_ATOM: 2023-09-29T14:18:35-03:00

29 Sep 2023, 16:17:30

EVANDRO MINUCE MAZO **Assinou** - Email: diretoriasenaiba@fieb.org.br - IP: 200.143.112.158 (200.143.112-158.brdigital.net.br porta: 29070) - [Geolocalização: -12.984327 -38.449473](#) - Documento de identificação informado: 164.618.078-02 - DATE_ATOM: 2023-09-29T16:17:30-03:00

29 Sep 2023, 17:53:20

ANTONIO RICARDO ALVAREZ ALBAN **Assinou** - Email: presidencia@fieb.org.br - IP: 187.103.120.246 (187-103-120-246.comcorp.net.br porta: 11348) - Documento de identificação informado: 261.812.235-68 - DATE_ATOM: 2023-09-29T17:53:20-03:00

03 Oct 2023, 16:52:11

ANTONIO JOSÉ DE ALMEIDA MEIRELLES **Assinou** - Email: assinagr@unicamp.br - IP: 143.106.112.172 (gab24.gr.unicamp.br porta: 12394) - Documento de identificação informado: 015.869.178-46 - DATE_ATOM: 2023-10-03T16:52:11-03:00

04 Oct 2023, 12:12:55

ORIVAL ANDRIES JÚNIOR **Assinou** - Email: assinatura_diretoria@funcamp.unicamp.br - IP: 143.106.126.48 (func292.funcamp.unicamp.br porta: 58578) - Documento de identificação informado: 021.650.968-80 - DATE_ATOM: 2023-10-04T12:12:55-03:00

04 Oct 2023, 13:47:24

KARINA RIBEIRO DE MATOS **Assinou como testemunha** (5398f90e-2e8a-4acb-ab0d-deac52b3054a) - Email: karinamatos@fundep.com.br - IP: 187.1.90.13 (187-1-90-13.static.algartelem.com.br porta: 29392) - [Geolocalização: -19.871787 -43.9707457](#) - Documento de identificação informado: 014.440.526-16 - DATE_ATOM: 2023-10-04T13:47:24-03:00

Hash do documento original

(SHA256):a574fb33b853522b87a05db00e596b88ed87b6d9fc0a162fc3d5e974abf62e54
(SHA512):3771231023d93b15067f65a4203c728c5fd2c115a79364e0af41882d8d4e00f73669c0100423a45ebc6e629d29b04e5b62b481f08b7884924554cc281edef0da

Hash dos documentos anexos

Nome: 27192-82 - Anexo I.pdf
(SHA256):0d6431200fbb21ac5cf0f97db1c756371ecd29ca49b470e927b7415af0dbed30
(SHA512):3d187961ae31f15e7fd0f8872355ee262a69927e424a05282ff56c2449a202e2b294f67e0f6f7d25c46b9cde4ba2c08d2251d789dfade97cd1a521691880a20b

Nome: 27192-82 - Anexo II.pdf
(SHA256):aa4f144d94c0e509ee77c22a0044fb3a54e6fe2cb8c8e2bc9e757d6518cc2ce8
(SHA512):2312f977f64cbf950c8358e28f927e887ae495ca751ba821e2484a294741c5666ed7eb1e14cb80f5383d98d049bc5ad8ceeb2a3cb485b34ba58749b51a9abab3



Esse log pertence **única** e **exclusivamente** aos documentos de HASH acima

Esse documento está assinado e certificado pela D4Sign