



A CONSTITUIÇÃO DE UMA REDE DE PESQUISA: O PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS PARA PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO E CÉLULAS A COMBUSTÍVEL

ESTABLISHING A RESEARCH NETWORK: THE PROJECT TO DEVELOP SYSTEMS FOR HYDROGEN PRODUCTION AND FUEL CELLS

DOI: 10.5281/zenodo.23252340



Karime Barbara Santo Caminoto¹

RESUMO

Este artigo analisa o projeto temático **Desenvolvimento de Sistemas para Produção de Hidrogênio e para Geração e Utilização de Energia Eletro-Química**, financiado pela FAPESP entre 2011 e 2016, que reuniu pesquisadores da USP, UFSCar e UNICAMP. sob a ótica da Teoria Ator-Rede, investiga-se a constituição da rede sociotécnica, as relações entre seus atores e a construção de uma trajetória nacional de desenvolvimento de tecnologias para células a combustível. Inicialmente, a rede estruturou-se de forma centralizada no IQSC-USP, sob a liderança de Ernesto Gonzalez, que atuou como ponto de passagem obrigatório ao mobilizar financiamentos, instituições e pesquisadores. No decorrer do projeto, observou-se uma redistribuição do capital científico, com maior protagonismo dos grupos da UFSCar e da UNICAMP na produção de conhecimento. Embora a patente resultante da colaboração entre instituições tenha contribuído para a estabilização da rede, a aposentadoria e o falecimento de seus principais articuladores promoveram sua reconfiguração. Ainda assim, a continuidade das pesquisas foi assegurada pela formação de novas lideranças e pela permanência de núcleos de pesquisa derivados da rede original.

Palavras-chave: Célula a combustível, Teoria Ator-rede, redes institucionais.

1 Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de São Carlos (2009) e mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo (2013). ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1558-1104>.





ABSTRACT

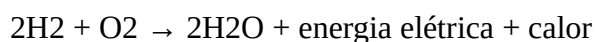
This article analyzes the thematic research project **Development of Systems for Hydrogen Production and for Electrochemical Energy Generation and Utilization**, funded by FAPESP between 2011 and 2016, which brought together researchers from the University of São Paulo (USP), the Federal University of São Carlos (UFSCar), and the University of Campinas (UNICAMP). Drawing on Actor-Network Theory, it examines the constitution of the sociotechnical network, the relationships among its actors, and the construction of a national technological trajectory for fuel cell development. Initially, the network was structured around the Institute of Chemistry of São Carlos (IQSC-USP), under the leadership of Ernesto Gonzalez, who acted as an obligatory passage point by mobilizing funding, institutions, and researchers. As the project progressed, scientific capital was redistributed, with the UFSCar and UNICAMP groups assuming a more prominent role in knowledge production. Although the joint patent resulting from the collaboration contributed to the stabilization of the network, the retirement and death of its principal actors led to its reconfiguration. Nevertheless, the continuity of the research was ensured through the emergence of new leadership and the persistence of research groups derived from the original network.

Keywords: Fuel cell; Actor-Network Theory; institutional networks.

1. INTRODUÇÃO

O crescente foco na preservação ambiental, um dos principais objetivos globais, levanta questões cruciais sobre a natureza e velocidade da transição energética. Atualmente, diversas nações estão em uma corrida para o desenvolvimento de estratégias para a descarbonização de suas economias, com foco nas tecnologias do hidrogênio, com o objetivo de estabelecer parcerias internacionais para avançar em tecnologias sustentáveis. Assim as células a combustível se apresentam como uma saída possível.

Uma célula a combustível é um conversor de energia eletroquímica que transforma energia química do combustível diretamente em eletricidade DC (BARBIR, 2012). Essa energia elétrica deriva da reação química descrita abaixo, de forma resumida:



A célula combustível tipo PEM é a que apresenta maior desenvolvimento e, atualmente, é tema de estudo em várias áreas, e principalmente na indústria automotiva. Esse tipo de célula opera a temperaturas relativamente baixas, apresenta elevado rendimento e proporciona arranque rápido. À medida que se aumenta a escala do projeto é preciso





considerar aspectos de gerenciamento térmico de forma a eliminar o calor gerado (FRANCHI,2009). É um tipo que se destaca dos demais devido a sua simplicidade, viabilidade, rapidez de início de operação e por possuir diversas aplicações na indústria automotiva, com montadoras como General Motors, Toyota e Honda, como energia de reserva (“backup”) em hospitais, servidores de internet, sistemas de telecomunicações, entre outros, energia em equipamentos portáteis como baterias para celular e em programas espaciais da NASA para geração de energia elétrica e água potável nas aeronaves (BARBIR, 2012).

A constituição da rede sociotécnica voltada ao desenvolvimento das tecnologias do hidrogênio e das células a combustível no Brasil ocorreu por meio da articulação entre órgãos governamentais, universidades, empresas e organismos internacionais. Desde 1995, o então Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) passou a incentivar pesquisas na área e, em 1998, criou o Centro Nacional de Referência em Energia do Hidrogênio (CENEH), em parceria com instituições como USP, UNICAMP, CEMIG e Fundação Vitae Civilis. O centro foi responsável por coordenar pesquisas, promover cooperação científica e difundir conhecimentos sobre o aproveitamento energético do hidrogênio (MCT, 2002).

Em 2002, diante da inexistência de uma estrutura nacional consolidada para o desenvolvimento dessas tecnologias, foi criado o Programa Brasileiro de Sistemas de Células a Combustível (PROCaC), com o objetivo de integrar grupos de pesquisa e fomentar ações cooperativas para o desenvolvimento nacional de sistemas de células a combustível (ANDRADE; LORENZE, 2015).

No plano internacional, o Brasil passou a integrar, em 2003, a International Partnership for Hydrogen Economy (IPHE), posteriormente denominada International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy, ampliando sua inserção em iniciativas internacionais de pesquisa e desenvolvimento (ANDRADE; LORENZE, 2015; IPHE, 2020).

Entre 2000 e 2008, verificou-se um período de forte expansão das pesquisas e investimentos em hidrogênio e células a combustível. Contudo, essa trajetória foi reconfigurada pela redução dos investimentos internacionais e, no Brasil, pela mudança das





prioridades da política energética após a descoberta das reservas do pré-sal, resultando na diminuição dos incentivos governamentais à área (ANDRADE; LORENZE, 2015; MME, 2021).

Esse cenário voltou a se modificar na última década, impulsionado pela transição energética e pelas metas de descarbonização. O Plano Energético Brasileiro 2050, publicado em 2020, e o documento Bases para a Consolidação da Estratégia Brasileira do Hidrogênio, elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) em 2021, estabeleceram diretrizes para o fortalecimento da cadeia do hidrogênio, culminando na Resolução nº 6/2022 do Ministério de Minas e Energia (MME), que consolidou a estratégia nacional para o setor (IPHE, 2024).

Nesse contexto, as pesquisas brasileiras foram retomadas com foco na utilização do etanol como fonte de hidrogênio para geração de eletricidade. Diferentemente das primeiras pesquisas, baseadas em células do tipo PEM, os estudos atuais concentram-se nas células de óxido sólido (SOFC), capazes de utilizar diferentes combustíveis, operar com maior eficiência e empregar catalisadores de menor custo, como níquel e zircônia. Mais recentemente, as pesquisas avançaram para o uso direto do etanol em células de alta temperatura, eliminando a etapa de reforma e ampliando o potencial tecnológico dessa rota.

A Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), em parceria com o Centro de Inovação em Novas Energias (CINE), destaca-se no desenvolvimento de células de suporte metálico (MS-SOFC), cuja estrutura aumenta a resistência mecânica, melhora a condução elétrica e favorece a durabilidade do sistema. As pesquisas, financiadas pela FAPESP, CNPq e Fundep, receberam ainda R\$ 11,5 milhões por meio do Programa Rota 2030, posteriormente incorporado ao Programa Mobilidade Verde e Inovação (Mover), que reúne montadoras e empresas como Toyota, Nissan, Stellantis, Volkswagen, Bosch, Raízen, Scania e Basf. Esses programas atuam como importantes mecanismos de articulação entre Estado, universidades e setor produtivo, direcionando recursos para pesquisa, desenvolvimento e prototipagem nacional (MELLONI, 2025).

Outras instituições também participam dessa rede de inovação. A Universidade de São Paulo (USP), por meio do Centro de Pesquisa e Inovação em Gases de Efeito Estufa (RCGI),





desenvolve, em parceria com o Imperial College London, células capazes de utilizar etanol diretamente, dispensando a produção prévia de hidrogênio. Paralelamente, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) pesquisa reformadores de etanol para geração embarcada de hidrogênio, enquanto o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) investiga o uso direto do caldo de cana em células a combustível, ampliando as possibilidades de aproveitamento dos biocombustíveis nacionais (CANAONLINE, 2025; MELLONI, 2025).

2. METODOLOGIA

Latour e Woolgar (1997), no início da década de 70, desenvolveram uma nova forma de se estudar a pesquisa científica, a etnografia de laboratório, baseada na forma como os antropólogos analisavam as sociedades ditas “primitivas”, mas pouco utilizada para estudar as sociedades ocidentais. Segundo os autores, os fatos científicos são resultados de agentes humanos (pesquisadores) e não-humanos (equipamentos, insumos, investimento etc.), que são aceitos gradativamente pelos seus pares até se tornarem fatos inegáveis ou serem refutados. Assim, não há uma separação da natureza com a sociedade, diferentemente como é considerado pela sociedade moderna (LATOUR, 1994).

Law (2007) reitera que a Teoria Ator-Rede não é abstrata, mas sim baseada em estudos empíricos. Só se pode entender a abordagem se compreender os estudos de caso de como funcionam na prática.

Primeiro, é possível descrever a teoria ator-rede de maneira abstrata. Eu acabei de fazer isso, e isso geralmente é feito em livros didáticos. Mas isso perde o ponto porque não é abstrato, mas é baseado em estudos de caso empíricos. Nós podemos apenas entender a abordagem se tivermos uma noção desses estudos de caso e como estes funcionam na prática. Algumas outras partes da teoria social (por exemplo interacionismo simbólico) funcionam da mesma maneira e, sem dúvida, é tão natural a ciência também: a teoria é incorporada e ampliada na prática empírica, e a própria prática é necessariamente teórica. Isso significa que se este capítulo não é para trair a abordagem ator-rede necessária para subverter a definição acima por traduzindo-o em um conjunto de práticas embasadas empiricamente (LAW, 2007, p. 2).





Law (2007) também afirma que a Teoria Ator-rede não é uma teoria da forma tradicional pois as tentam explicar porque algo acontece. Diferentemente, a Teoria Ator-Rede é descritiva, melhor entendida como uma caixa de ferramentas que analisa como as relações se criam ou não.

Para Latour (1994), a natureza e a sociedade são interrelacionadas, sendo a separação possível apenas pela abstração. O estudo e interesse em um determinado fato científico só acontece pela percepção da sociedade na época (teorias anteriores, cultura, equipamentos etc.). Dessa forma, pode-se analisar esses fatos científicos como constructos sociais.

Na Teoria Ator-Rede, aquele que gera uma ação, que desenvolve a tecnologia é chamado de actante, seja ele humano ou não-humano. O actante é o mediador, aquele que transforma, traduz, distorce e modifica o significado que ele transporta, ou seja, quem “induz aos atores a fazer coisas” O conjunto de diversos actantes é chamado de associação, constituída por mediadores e intermediários, aqueles que não modificam a ação (LATOUR, 2012).

Translação também tem o sentido de se o movimento, de aproximar pessoas para o projeto e de tradução, que é interpretar os interesses do pesquisador ou de outros para que se unam em um objeto comum (LATOUR, 2000).

Bourdieu (2004) sugere “algumas questões do que é lógica própria do mundo científico e sobre a forma particular que essa forma assume no caso do INRA” (Bourdieu, 2004, p.17). Para isso, o autor vai desenvolver seu conceito de campo científico, capital científico e habitus.

O conceito de campo é utilizado para resolver o antagonismo entre interpretações internalistas e externalistas, ou seja, entre aquelas que tentam compreender a ciência a partir de seu próprio produto e os que relacionam com o mundo econômico e social.

Campo científico é um espaço concorrencial e ao mesmo tempo de integração social, ou seja, um espaço de disputa estruturada em torno de desafios e interesses específicos dos agentes, os quais se distribuem de acordo com os seus capitais acumulados (CATANI et al., 2017).





Como todo campo, é um “microcosmo dotado de suas leis próprias”, autônomo em relação aos outros campos.

Existem campos científicos que estão mais sujeitos a intervenções externas, como forças políticas e econômicas e campos mais autônomos, não influenciados por forças puramente sociais.

As estruturas das relações objetivas dos agentes, no campo científico, determinam, até certo ponto, o que pode ou não ser feito, precedendo agentes individuais. Assim, a posição ocupada por um agente nessa estrutura é o fator determinante para se compreender seus posicionamentos. Essa estrutura é formada pela distribuição do capital científico entre os membros, o que estabelece o poder ou influência que cada agente ocupa no campo (BOURDIEU, 2004).

Capital é uma economia geral de práticas, conceito tomado por empréstimo da economia por Bourdieu. Há várias formas de Capitais: Capital econômico é o patrimônio, seja unidades monetárias, imóveis, bens de consumo; Capital cultural, que é um domínio multidimensional de competências (conhecimento de línguas, cálculo, filosofia, etc.) e disposições (autonomia mental e corporal), institucionalizado por diplomas escolares, qualificações, etc. É uma das formas de se explicar as desigualdades educacionais, culturais e, até mesmo, em cuidados corporais, relacionados à saúde; Capital social, que é as relações interpessoais de um indivíduo usadas como recurso, seja familiar, conhecidos, constitutivas de uma rede; Capital simbólico é o valor dado pela sociedade a um determinado indivíduo. (CATANI et al., 2017).

O capital científico é um tipo de capital simbólico, baseado em relações de conhecimento e reconhecimento pelos pares, e concorrentes, dentro do campo (BOURDIEU, 2004).

Para Bourdieu (2004), as práticas dos pesquisadores tornam-se possíveis de acordo com o habitus, de competência e interesses específicos.

Bourdieu conceitua habitus como a forma que a sociedade se enraíza nas pessoas, na forma de disposições duráveis ou capacidades treinadas, com propensões estruturada no





pensar, agir e sentir de modo determinado, que são as formas de reação aos constrangimentos e solicitações do meio social que está inserido (WACQUANT, 2007).

Essa arte de antecipar as tendências, observada por toda parte, que está estreitamente ligada a uma origem social e escolar elevada e que permite apossar-se dos bons temas em boa hora, bons lugares de publicação (ou mesmo de exposição) etc. é um dos fatores que determinam as diferenças sociais mais marcantes nas carreiras científicas (e isso é mais manifesto ainda na arte moderna) (Bourdieu, 2004, p.28).

A autoridade científica para Bourdieu e Latour resulta de uma interação competitiva, sendo para o primeiro, fortemente determinado pela estrutura social. No entanto, para Bourdieu, as expectativas e interesses das classes dominantes apresenta para o processo produtivo das ciências naturais a diferencia das ciências humanas, o que garante uma independência do campo científico para as áreas naturais. Já Latour, ao escolher as ciências naturais e tecnológicas para o estudo etnográfico, demonstra como são semelhantes com as ciências sociais (HOCHMAN, 1994).

3. O PROJETO TEMÁTICO

No ano de 2011, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) aprovou o projeto temático **Desenvolvimento de Sistemas para Produção de Hidrogênio e para Geração e Utilização de Energia Eletro-Química** (Processo nº 11/50727-9), sob a coordenação do Professor Ernesto Rafael Gonzalez.

Segundo Latour (1997), o financiamento científico tende a ser direcionado a pesquisadores reconhecidos por sua trajetória e capacidade de produção do conhecimento. A aprovação do projeto sob a coordenação do Professor Ernesto Gonzalez evidencia o papel do reconhecimento científico na mobilização de recursos para novas pesquisas, cujo retorno se materializa na produção de conhecimento, publicações científicas, formação de recursos humanos e desenvolvimento tecnológico.





O projeto foi concebido para reunir pesquisadores de diferentes áreas no desenvolvimento de uma célula a combustível do tipo PEM. Para isso, articulou-se grupos da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP), por meio dos Departamentos de Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica, do Instituto de Química de São Carlos (IQSC-USP), do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de São Carlos (DEQ-UFSCar) e do Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (IQ-UNICAMP) (BIBLIOTECA DA FAPESP, 2011).

A execução do projeto mobilizou diferentes fontes de financiamento e infraestrutura. Os recursos do projeto temático foram destinados principalmente à implantação das bancadas experimentais e à aquisição de equipamentos (Figura 1), enquanto muitos pós-graduandos desenvolveram suas pesquisas com bolsas concedidas por outras agências de fomento, complementadas, em alguns casos, pela reserva técnica do CNPq. Dessa forma, diferentes instituições e mecanismos de financiamento passaram a atuar conjuntamente na sustentação das atividades de pesquisa.

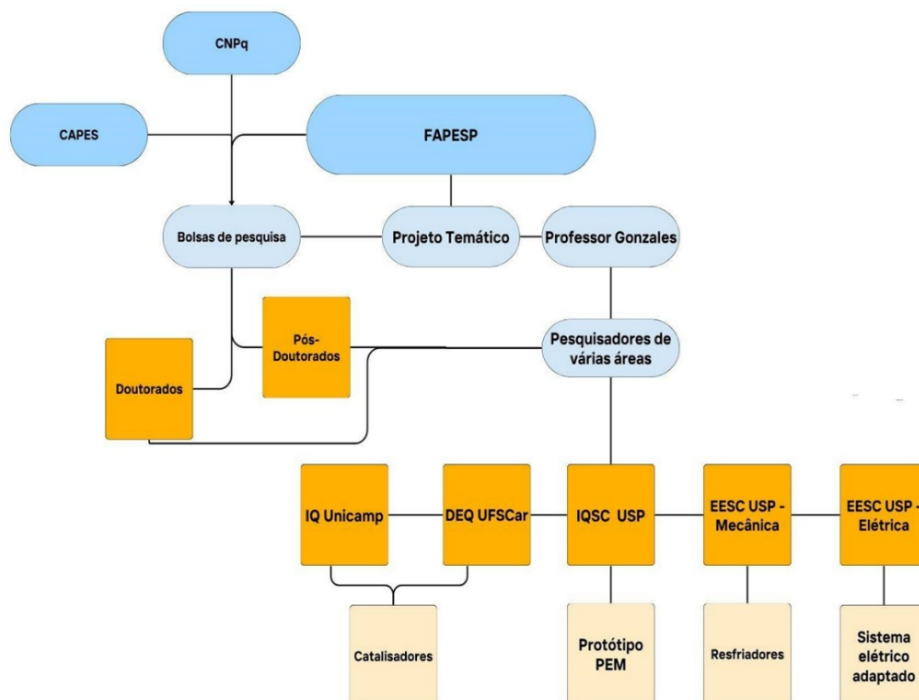


Figura 1: Diagrama da relação dos atores humanos e não humanos.



De acordo com a Teoria Ator-Rede, o projeto não pode ser compreendido apenas como um empreendimento científico, mas como um elemento capaz de mobilizar e estabilizar uma rede sociotécnica composta por atores humanos e não humanos. Pesquisadores, pós-doutorandos, doutorandos, mestrandos e estudantes de iniciação científica articulam-se com o projeto de pesquisa, os financiamentos, laboratórios, equipamentos, bancadas experimentais, artigos científicos, patentes e atividades de orientação. É a associação entre esses diferentes atores que torna possível a produção, a circulação e a consolidação do conhecimento científico.

Professor Ernesto Gonzalez é o ponto de passagem obrigatório, uma vez que, foi o responsável pela tradução inicial do problema específico para um projeto de pesquisa escrito, sendo contemplado com o financiamento da FAPESP, convidando os demais pesquisadores e conectando as instituições.

O Professor Ernesto Rafael Gonzalez (1938–2020) nasceu em Buenos Aires, Argentina, graduou-se em Ciências Químicas em 1962 e obteve o doutorado em 1965 pela Universidad de Buenos Aires. Após passagens pela Universidade Central da Venezuela e pela Universidade de Newcastle upon Tyne, estabeleceu-se no Brasil em 1972, integrando o Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo (IQSC-USP), onde se tornou uma das principais referências nacionais em eletroquímica (ZAMBON, 2020).

Impulsionado pela crise do petróleo de 1973, iniciou pesquisas em células a combustível, consolidando essa temática como uma de suas principais linhas de investigação. Com apoio do CNPq, realizou estágio no Los Alamos National Laboratory, nos Estados Unidos, e, ao retornar ao Brasil, estruturou um grupo de pesquisa em eletroquímica voltado ao desenvolvimento de células a combustível, que permanece como referência nacional (COORDENAÇÃO DE COMUNICAÇÃO DO CNPq, 2015).

Ao longo de sua carreira, expandiu suas pesquisas para áreas como produção de hidrogênio e células a combustível, participou da criação do Instituto de Química de São Carlos, exerceu cargos de gestão acadêmica e recebeu, em 2014, o título de Professor Emérito. Orientou mais de 70 pesquisadores entre mestrado, doutorado e pós-doutorado,





formando uma geração de cientistas e consolidando seu reconhecimento nacional e internacional na área da eletroquímica (ZAMBON, 2020; COORDENAÇÃO DE COMUNICAÇÃO DO CNPq, 2015).

Assim, González foi um importante actante, um ator definidor da rede de pesquisa, aglutinando pesquisadores e laboratórios em torno do projeto. No entanto, todos os grupos de pesquisas apresentam seus próprios nós de rede, como demonstrado na Figura 2.

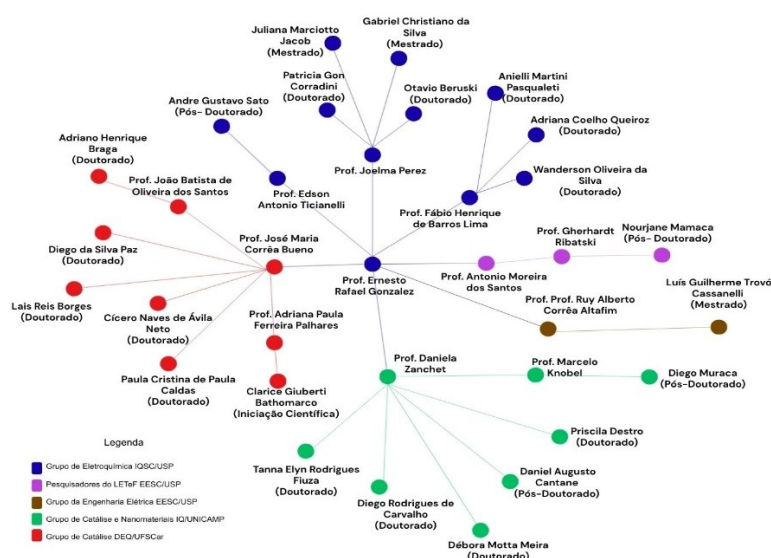


Figura 2: Representação da rede de pesquisa e respectivos nós.

3.1 Os Grupos de Pesquisa do Projeto

IQSC – USP

O Grupo de Eletroquímica do Instituto de Química de São Carlos (IQSC-USP), criado em 1973 sob a coordenação do Professor Ernesto Rafael Gonzalez, consolidou-se como uma das principais referências brasileiras em eletroquímica e conversão eletroquímica de energia. Suas pesquisas abrangem desde estudos fundamentais de cinética eletroquímica até o desenvolvimento de dispositivos como células a combustível, eletrolisadores, baterias



metal/ar e sistemas para conversão de dióxido de carbono em combustíveis, reunindo docentes, pesquisadores, técnicos, pós-doutorandos, doutorandos, mestrandos e estudantes de graduação (ELETROQUÍMICA, 2025).

O grupo constitui uma rede sociotécnica estável, na qual pesquisadores, estudantes, laboratórios, equipamentos, financiamentos, projetos, publicações e dispositivos tecnológicos atuam de forma articulada na produção do conhecimento. A aposentadoria compulsória de Ernesto Gonzalez, em 2008, não representou a ruptura dessa rede. Embora tenha deixado a carreira docente, permaneceu como consultor e coordenador de projetos, entre eles o projeto temático financiado pela FAPESP, assegurando a continuidade das articulações estabelecidas (LATOUR, 2012).

A manutenção da rede ocorreu, sobretudo, pela atuação de pesquisadores formados no próprio grupo. O Professor Edson Antonio Ticianelli, colaborador de longa data de Gonzalez, assumiu posição de liderança nas pesquisas em células a combustível, acumulando extensa produção científica, formação de dezenas de mestres, doutores e pós-doutores e participação em cargos de gestão e academias científicas. Paralelamente, a Professora Joelma Perez, orientada de doutorado de Gonzalez, consolidou-se na área de eletrocatalise e células a combustível, coordenando projetos financiados por agências de fomento, desenvolvendo colaborações internacionais e formando novos pesquisadores. De modo semelhante, o Professor Fábio Henrique de Barros Lima, doutor orientado por Ticianelli, desenvolve pesquisas em eletrocatalise aplicada à conversão e ao armazenamento de energia, ampliando as linhas de investigação do grupo.

Essa sucessão evidencia que a continuidade da pesquisa não depende exclusivamente de um pesquisador, mas da permanência das associações que sustentam a rede. Na perspectiva de Latour (2005), a estabilidade decorre da capacidade de os atores mobilizarem novos pesquisadores, financiamentos, laboratórios e projetos, permitindo que o conhecimento continue a ser produzido mesmo após o afastamento de seu principal articulador.

Sob a ótica de Bourdieu (1984), observa-se também a reprodução do capital científico e institucional. Ernesto Gonzalez, Edson Ticianelli, Joelma Perez e Fábio Henrique de Barros





Lima construíram suas trajetórias acadêmicas no âmbito da Universidade de São Paulo, seja como docentes, orientadores ou egressos dos programas de pós-graduação da instituição. Essa recorrência evidencia mecanismos de reprodução do campo científico, nos quais a formação de sucessores no interior da própria instituição favorece a manutenção do habitus acadêmico, das posições de prestígio e dos critérios de legitimidade científica, assegurando a continuidade da liderança do grupo e a acumulação de capital científico ao longo das gerações.

EESC – USP

Engenharia Elétrica

À época, não existia um grupo de pesquisa estruturado especificamente voltado às energias alternativas. Havia, contudo, pesquisadores de diferentes áreas cujas competências foram mobilizadas para compor a rede de desenvolvimento do projeto.

Entre eles, destaca-se o Professor Ruy Alberto Corrêa Altafim, docente da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP), cuja trajetória acadêmica reúne sólida formação em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo, ampla produção científica, experiência internacional e atuação em cargos de gestão universitária. Seu reconhecimento no campo científico, evidenciado pela participação em sociedades científicas, periódicos internacionais e projetos financiados por agências de fomento, conferia-lhe elevado capital científico e institucional (ALTAFIM, 2026).

Esse conjunto de credenciais fortalece sua posição no campo científico, ampliando sua capacidade de mobilizar recursos, estabelecer parcerias e conferir legitimidade às pesquisas. Sob a ótica da Teoria Ator-Rede, sua participação evidencia que a constituição da rede não depende apenas de especialistas diretamente vinculados às células a combustível, mas também da incorporação de pesquisadores provenientes de áreas complementares, cujos conhecimentos, relações institucionais e reconhecimento científico contribuem para estabilizar e fortalecer a rede sociotécnica (BOURDIEU, 1984).





LETef Engenharia Mecânica

O Laboratório de Energia Térmica e Fluidos (LETef), vinculado ao Núcleo de Engenharia Térmica e Fluidos (NETEF) da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP), desenvolve pesquisas nas áreas de energia e ambiente, reunindo atividades de pesquisa, inovação e formação de recursos humanos.

Embora o departamento não possuísse, à época, um grupo estruturado dedicado às energias alternativas, contava com pesquisadores cujas trajetórias dialogavam diretamente com os objetivos do projeto temático. Entre eles, destacava-se o Professor Antônio Moreira dos Santos, docente da EESC-USP entre 1979 e 2016 e pesquisador com experiência consolidada em Engenharia Térmica, especialmente em motores e combustíveis alternativos. Sua participação nas pesquisas pioneiras sobre motores a álcool conferiu-lhe reconhecimento na área e justificou sua incorporação ao projeto, contribuindo com conhecimentos acumulados sobre o uso energético de biocombustíveis (EESC-USP, 2014).

Em razão de sua aposentadoria, Moreira indicou o Professor Gherhardt Ribatski para integrar a equipe. Também docente da EESC-USP, Ribatski possui trajetória acadêmica construída na própria USP, com formação complementar em instituições internacionais e ampla produção científica na área de transferência de calor, escoamentos bifásicos e sistemas térmicos. Além da atuação em agências de fomento, sociedades científicas e periódicos especializados, suas pesquisas forneciam competências essenciais para o desenvolvimento dos sistemas térmicos associados às células a combustível (RIBATSKI, 2026).

Sob a perspectiva de Latour (2005), a participação desses pesquisadores evidencia que a rede não foi constituída apenas por especialistas em células a combustível, mas pela associação de competências oriundas de diferentes áreas da engenharia. A substituição de Antônio Moreira por Gherhardt Ribatski não representou a interrupção das atividades, mas a reconfiguração da rede, preservando as conexões, os conhecimentos e a capacidade de mobilização necessários à continuidade do projeto.





No entanto, ambos ocupavam posições reconhecidas no campo da Engenharia Mecânica, acumulando capital científico por meio de sua produção acadêmica, experiência internacional e inserção em instituições de prestígio. Esse capital legitimou sua participação no projeto e reforçou a capacidade da rede de atrair recursos, estabelecer cooperações e ampliar sua credibilidade científica (BOURDIEU, 1984).

DEQ – UFSCar

A estruturação do Laboratório de Catálise (LabCat) teve início em 1980, durante a consolidação do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), criado em 1976. Dois acontecimentos foram decisivos para seu desenvolvimento: a implantação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, em 1982, que possibilitou a incorporação de alunos de mestrado às atividades de pesquisa, e a criação do Programa Nacional de Catálise (PRONAC), financiado pela FINEP, responsável por fornecer a infraestrutura necessária para a consolidação da pesquisa em catálise no país.

Ao longo das décadas seguintes, o laboratório ampliou sua produção científica, formou mestres e doutores, foi reconhecido como Núcleo de Excelência pelo PRONEX, credenciado pela Petrobras para formação de pesquisadores e estabeleceu uma extensa rede de colaboração com universidades nacionais e estrangeiras, além de empresas do setor químico. Atualmente, reúne docentes, pesquisadores, técnicos e estudantes dedicados ao desenvolvimento de catalisadores e processos voltados, entre outras aplicações, à produção de hidrogênio e à conversão de combustíveis renováveis (LABCAT, 2025).

Nesse contexto, o Professor José Maria Corrêa Bueno consolidou-se como uma das principais lideranças científicas do laboratório. Suas pesquisas em catálise heterogênea aplicada à reforma de hidrocarbonetos, etanol e produção de hidrogênio, associadas à sua atuação na formação de pesquisadores, contribuíram para consolidar o LabCat como referência nacional na área. Após sua aposentadoria, permaneceu atuando como consultor, preservando sua participação nas atividades do grupo.





A continuidade da pesquisa ocorreu por meio da incorporação de pesquisadores formados ou atraídos para o laboratório. A Professora Adriana Paula Ferreira Palhares, orientada de doutorado por José Maria, ingressou como docente da UFSCar em 2011, dando prosseguimento às pesquisas em catálise heterogênea voltadas à produção de hidrogênio. No mesmo período, o Professor João Batista Oliveira dos Santos passou a integrar o departamento, trazendo experiência adquirida durante o doutorado na UNICAMP e o pós-doutorado nos Estados Unidos, fortalecendo as pesquisas em reforma catalítica, gaseificação de biomassa, captura e conversão de dióxido de carbono e processos sustentáveis de produção de hidrogênio.

O LabCat constitui um importante nó da rede sociotécnica analisada, articulando pesquisadores, estudantes, laboratórios, equipamentos, programas de pós-graduação, agências de fomento, empresas e catalisadores em torno da produção de conhecimento. Sua consolidação não decorre apenas da atuação de pesquisadores individuais, mas da capacidade de mobilizar recursos, estabelecer cooperações e incorporar novos atores, assegurando a continuidade das pesquisas mesmo diante da aposentadoria de seus principais líderes (LATOUR, 2012).

A trajetória do laboratório evidencia um processo contínuo de acumulação e reprodução de capital científico. O reconhecimento institucional obtido por meio do PRONEX, das parcerias com a Petrobras, dos financiamentos públicos, das colaborações internacionais e da formação de sucessivas gerações de pesquisadores fortaleceu sua posição no campo científico. Da mesma forma, a sucessão entre José Maria Corrêa Bueno, Adriana Palhares e João Batista dos Santos demonstra como o capital científico é transmitido entre orientadores e orientandos, contribuindo para a reprodução do habitus acadêmico e para a manutenção da legitimidade do grupo como referência nacional em catálise aplicada à produção de hidrogênio (BOURDIEU, 1984).





IQ – UNICAMP

O Grupo de Catálise e Nanomateriais da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), coordenado pela Professora Daniela Zanchet, dedica-se ao desenvolvimento de catalisadores heterogêneos baseados em nanociência e nanotecnologia, com aplicações na produção de hidrogênio, conversão de dióxido de carbono e aproveitamento de derivados da biomassa.

Daniela Zanchet integra o Instituto de Química da UNICAMP desde 2010 e desenvolve pesquisas em nanomateriais, catálise heterogênea e técnicas avançadas de caracterização, especialmente com luz síncrotron e microscopia eletrônica. Sua formação interdisciplinar, aliada à experiência adquirida na Associação Brasileira de Tecnologia de Luz Síncrotron e em instituições internacionais, como a Universidade da Califórnia (Berkeley) e o MIT, permitiu incorporar ao projeto conhecimentos especializados na síntese e caracterização de catalisadores em escala nanométrica. Além da atuação científica, ocupa posições de liderança acadêmica e integra redes internacionais de pesquisa em catálise (ZANCHET, 2025).

Outro pesquisador incorporado à rede foi Marcelo Knobel, professor titular do Instituto de Física Gleb Wataghin da UNICAMP. Com trajetória consolidada na pesquisa em materiais nanoestruturados e técnicas avançadas de caracterização, sua atuação ampliou a interface entre a física dos materiais e o desenvolvimento de catalisadores, agregando competências complementares às pesquisas em conversão de energia e nanomateriais. Sua ampla produção científica e experiência na coordenação de grandes projetos e instituições de pesquisa reforçaram a capacidade de articulação do grupo (KNOBEL, 2026).

A participação da UNICAMP evidencia que o desenvolvimento da célula a combustível depende da associação entre conhecimentos oriundos de diferentes áreas, como química, física e engenharia de materiais. A incorporação de pesquisadores especializados em nanomateriais, técnicas de caracterização e catálise amplia as conexões da rede e possibilita a





integração de novos equipamentos, laboratórios, metodologias e colaborações científicas (LATOURE, 2012).

De acordo com Bourdieu (1984), Daniela Zanchet e Marcelo Knobel ocupam posições consolidadas no campo científico, acumulando capital científico por meio de sua produção acadêmica, inserção internacional e atuação em instituições e periódicos de prestígio. Esse capital fortalece a legitimidade da rede, amplia sua capacidade de atrair financiamentos e favorece a consolidação de parcerias nacionais e internacionais indispensáveis ao desenvolvimento tecnológico das células a combustível.

Ao analisar os grupos de pesquisas participantes do projeto e oriundos da USP, pode-se observar que o grupo de eletroquímica do IQSC é o laboratório dominante no microcampo do projeto. O fato de trazer o financiamento para o projeto, administrar os recursos, fazer a prestação de contas para a FAPESP, ter um grande número de orientados envolvidos e centralizar a agenda científica do projeto mostra um capital econômico, social, científico e simbólico muito alto.

O grupo da Engenharia Mecânica contava com a participação do Professor Moreira, muito conhecido pela sua participação na criação do motor a etanol, dispondo de um capital social e simbólico alto.

Já o grupo da Engenharia Elétrica, ocupa uma posição periférica, mesmo o Professor Altafim tendo uma relação próxima ao Professor Gonzalez.

Houve uma congruência da temática dos grupos DEQ - UFSCar e IQ - Unicamp, o que corroborou para uma interação maior entre eles, como será visto a seguir. O laboratório de catálise do DEQ - UFSCar apresenta uma tradição de pesquisas científicas, com um grupo interno já consolidado, equipamentos e recursos próprios. Assim, possuindo um capital econômico médio, mesmo não trazendo financiamento direto, mas um capital social, científico e simbólico alto, pela presença de vários orientados e professores participantes e a influência ativa do Professor José Maria nas pesquisas.





O grupo de catálise e nanomateriais da IQ - Unicamp também conta com equipamentos diferenciados e vários orientados, também dispondo de um capital econômico médio, um capital social, científico e simbólico alto.

3.2 A conclusão do Projeto Temático

O projeto resultou na produção de artigos, com grande contribuição dos grupos de catálise da UFSCar e UNICAMP, seguido pelos do IQ/USP. Foi um total de 35 artigos, durante o período de 2013 a 2022, como visto na Figura 3.

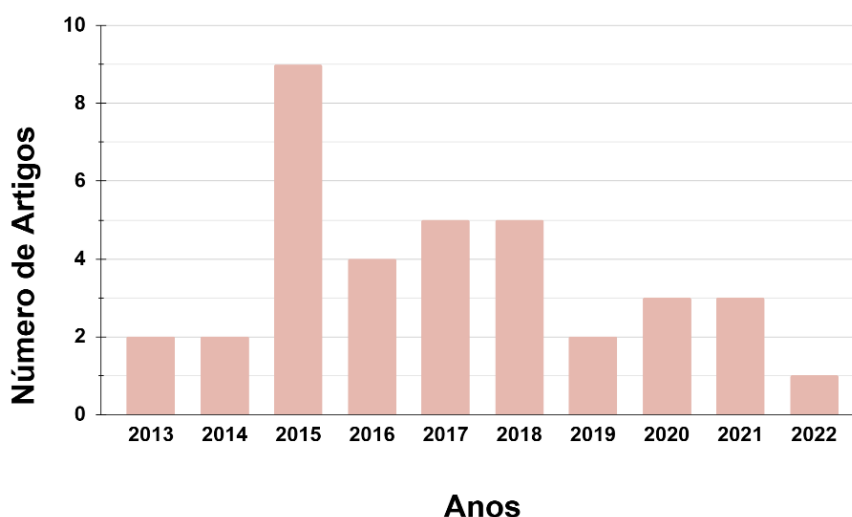


Figura 3 – Número de artigos publicados entre 2013 a 2022, resultado do Desenvolvimento de Sistemas para Produção de Hidrogênio e para Geração e Utilização de Energia Eletro-Química (BIBLIOTECA FAPESP, 2026).

A interação dos grupos de catálise do DEQ - UFSCar e IQ - UNICAMP de forma significativa e constante, uma vez que a convergência temática central de suas pesquisas permitiu um alinhamento estratégico direto, promovendo a troca propícia de técnicas experimentais, discussões teóricas de mecanismos reacionais e a validação conjunta de resultados, o que potencializou consideravelmente o impacto e a eficiência da produção científica conjunta. Ainda ocorreu uma interação com o Italian Institute of Technology,



através da, então, doutoranda visitante Priscila Destro, através do Programa de Doutorado Sanduíche Exterior (CAPES).

Os artigos demonstram uma ampliação da rede, criando novas conexões, fortalecendo e expandindo a rede do projeto. É a fonte para a consolidação do fato científico, uma vez que gera citações e sustentação pelos pares.

Há de se ressaltar a composição dos Grupos da UFSCar e UNICAMP, compostos, majoritariamente, por doutorandos e pós-doutorandos, o que indica uma rede de pesquisadores mais eficientes, uma vez que a mediação e a consolidação do enunciado científico ocorrem com maior rapidez.

Nos grupos da USP, nota-se uma menor interação, sendo mais pontual entre o LETeF da Engenharia Mecânica e o IQ. Houve algumas contribuições de pesquisadores internacionais com o IQ que culminou em doutorado sanduíche e um pós-doutorado no futuro.

No ano de 2017, em uma associação entre os professores da engenharia elétrica, professores do grupo de Eletroquímica e pós-graduandos, foi aplicada a patente de um Reator de Hidrogênio, produzindo o gás a partir da reação química do alumínio, água e uma base forte (ALTAFIM ET. AL., 2017). Essa patente não está citada diretamente no presente projeto de pesquisa, mas foi inspirado diretamente por ele.

A aplicação de uma patente não é, apenas, um resultado, mas sim, um actante poderoso pois conecta a instituição, desenvolvimento científico, propriedade intelectual, tecnologia e o mercado. Houve a criação de uma sub-rede tecnológica, redefinindo o prestígio do grupo da Engenharia Elétrica e deslocando centralidade científica.

Não ocorreu o fechamento da tecnologia da célula a combustível como caixa-preta, pois o processo de tradução ainda não produziu irreversibilidade. Para a criação de uma caixa-preta, segundo Latour (2000), as associações heterogêneas devem estar estabilizadas a tal ponto em que os elementos contidos no artefato deixam de ser problematizados, ou seja, ocorre o fim das controvérsias, convertendo-se em um ponto de passagem obrigatório. O projeto resultou em inscrições robustas, como artigos e a patente, operando





predominantemente em um espaço acadêmico, não consolidando uma rede ampla capaz de sustentar o artefato no exterior das condições específicas do laboratório e do financiamento de pesquisa.

A consagração acadêmica não implica, automaticamente, na conversão eficaz do capital científico em capital econômico ou tecnológico. A patente foi uma tentativa de transformação do capital, no entanto, depende da incorporação de novos agentes, regras e interesses da indústria e do campo econômico, permanecendo no campo científico.

4. CONCLUSÃO

A rede analisada estruturou-se a partir da articulação entre dinâmicas sociotécnicas e relações de poder no campo científico. Em sua configuração inicial, o IQSC-USP concentrou o capital científico e institucional, tendo o Professor Ernesto Gonzalez como ponto de passagem obrigatório (LATOURET, 2012), responsável por mobilizar financiamento, pesquisadores, laboratórios e parcerias institucionais. Essa posição permitiu articular competências provenientes da USP, UFSCar e UNICAMP em torno do desenvolvimento da célula a combustível.

Ao longo do projeto, contudo, observou-se um deslocamento da centralidade da rede. Embora o IQSC permanecesse como articulador institucional, a produção científica concentrou-se principalmente nos grupos do DEQ-UFSCar e do IQ-UNICAMP, evidenciando uma redistribuição do capital científico (BOURDIEU, 1984). A circulação de artigos, a formação de pesquisadores e o desenvolvimento de competências experimentais passaram a constituir importantes mecanismos de legitimação científica, ampliando o prestígio desses grupos. A patente desenvolvida conjuntamente entre o IQSC-USP e a Engenharia Elétrica da EESC-USP representou outra forma de inscrição (LATOURET, 2000), contribuindo para estabilizar tecnologicamente a rede e ampliar sua legitimidade.

O encerramento do projeto coincidiu com a aposentadoria de pesquisadores centrais, como Edson Ticianelli, Antônio Moreira, José Maria Corrêa Bueno e Ruy Alberto Corrêa





Altafim, além do falecimento de Ernesto Gonzalez, desencadeando uma reconfiguração da rede. Algumas conexões interinstitucionais foram enfraquecidas e parte das colaborações deixou de existir, evidenciando que a estabilidade da rede dependia da manutenção contínua de mediações, financiamentos e interesses compartilhados.

Entretanto, a rede não se dissolveu completamente. No IQSC-USP, a Professora Joelma Perez, orientada de doutorado de Ernesto Gonzalez, assumiu a continuidade das pesquisas, do laboratório e da formação de novos pesquisadores, preservando o legado científico do grupo. No DEQ-UFSCar, as pesquisas em catálise prosseguiram sob a liderança de Adriana Palhares e João Batista dos Santos, com José Maria permanecendo como consultor. No IQ-UNICAMP, Daniela Zanchet manteve ativas as pesquisas em catálise e nanomateriais, enquanto Marcelo Knobel passou a ocupar funções de gestão universitária. Já na Engenharia Mecânica da EESC-USP, embora Gherhardt Ribatski tenha permanecido produtivo em sua área de atuação, não deu continuidade à agenda científica específica do projeto.

Segundo Teoria Ator-Rede, essa trajetória demonstra que redes científicas não desaparecem necessariamente com o afastamento de seus principais atores, mas tendem a se reconfigurar em novas associações (LATOUR, 2012). Da mesma forma, Bourdieu (1984) observa que o capital científico acumulado durante o projeto foi parcialmente transferido aos pesquisadores formados na própria rede, assegurando a continuidade de determinadas linhas de pesquisa, ainda que em configurações mais localizadas e com menor intensidade de colaboração interinstitucional. Assim, o projeto evoluiu de uma rede centralizada em torno de um ator dominante para um conjunto de núcleos relativamente autônomos, cuja permanência passou a depender da capacidade de mobilizar novos pesquisadores, financiamentos e instituições.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTAFIM, R.; **Currículo do Sistema Currículo Lattes**, 15 de jan. de 2026. Disponível em <http://lattes.cnpq.br/3276653731957888>. Acesso em 10 de setembro de 2026.

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 10 (2026) - ISSN 2965-2634

A Revista OWL Journal está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)





ALTAFIM, R., CASSANELLI, L., ALTAFIM, R. A. P., PAGANIN, V. A., PEREZ, J., TICIANELLI, E., OLIVEIRA JR., A. A., GONÇALVES NETO, I., MONTEIRO, J. R. B. A., AGUIAR, M. L., GONÇALVES, E. R., **Reator de Hidrogênio Através da Reação Química entre Alumínio, Água e Hidróxido de Sódio**. Titular: Universidade de São Paulo e Universidade Federal da Paraíba. BR n. 02017014385-6 A2. Depósito: 30 jun. 2017. Concessão: 15 jan. 2019. Disponível em <https://repositorio.usp.br/item/003086523>. Acesso em 08 de dezembro de 2025.

ANDRADE, T. H.; LORENZI, B. R., Política energética e agentes científicos: o caso das pesquisas em células a combustível no Brasil. **Revista Sociedade e Estado**, Vol. 30, nº 3, 2015.

BARBIR, F., **PEM Fuel Cell**. Elsevier Academic Press, 2012.

BIBLIOTECA DA FAPESP; **Desenvolvimento de sistemas para produção de hidrogênio e para geração e utilização de energia eletro-química**. Projeto de pesquisa temático, 2011. Disponível em: <https://bv.fapesp.br/pt/auxilios/46346/desenvolvimento-de-sistemas-para-producao-de-hidrogenio-e-para-geracao-e-utilizacao-de-energia-eletr/>. Acesso em 27 de fevereiro de 2026.

BOURDIEU, P., **Homo academicus**. Éditions de Minuit, Paris, 1984.

BOURDIEU, P., **Os Usos Sociais da Ciência**. Editora UNESP, São Paulo, 2004.

CANAONLINE, RCGI-USP avança em célula a combustível que opera direto com etanol. Disponível em <https://www.canaonline.com.br/conteudo/rcgi-usp-avanca-em-celula-a-combustivel-que-opera-direto-com-etanol.html>. Publicado em 16/09/2025.

CATANI, A. M.; NOGUEIRA, M. A.; HEY, A. P.; MEDEIROS, C. (Orgs.). **Vocabulário Bourdieu**. Belo Horizonte: Autêntica, 2017.

COORDENAÇÃO DE COMUNICAÇÃO DO CNPq, **Pesquisador brasileiro entra para a lista mais importante do mundo científico**. Disponível em http://memoria.cnpq.br/en/noticias;jsessionid=297184706E1E57AE6F8A9EEEA94E5C6F?p_p_id=engine_WAR_Engineportlet_INSTANCE_N14w&p_p_lifecycle=0&p_p_state=norm





al&_engine_WAR_Engineportlet_INSTANCE_N14w_view=article&_engine_WAR_Engineportlet_INSTANCE_N14w_articleResourcePrimKey=2605327&_engine_WAR_Engineportlet_INSTANCE_N14w_backURL=http%3A%2F%2Fmemoria.cnpq.br%2Fen%2Fnoticias%3Bjsessionid%3D191B63A7C9DDE61965665026D7F0CF8F%3Fp_p_id%3Dengine_WAR_Engineportlet_INSTANCE_N14w%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26_engine_WAR_Engineportlet_INSTANCE_N14w_search%3Dgeneric.
Publicado em 26/05/2015.

EESC-USP, **Memória EESC: motores a álcool**. Disponível em https://eesc.usp.br/intranet/comunicados_s.php?guid=memoria-eesc-motores-a-alcool&termid=todos. Publicado em 02/04/2014.

ELETROQUÍMICA, **Electrochemistry Group**. Disponível em <https://eletroquimica.iqsc.usp.br>. Acesso em 03/12/2025.

FRANCHI, T.P., **Utilização de células combustíveis tipo PEM como alternativa na geração auxiliar em instalações elétricas de grande porte**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

HOCHMAN, G.; A Ciência entre a comunidade e o Mercado – Leituras de Kuhn, Bourdieu, Latour e Knorr-Cetina. In Portocarrero, V. (Org.); Filosofia, História e Sociologia da Ciência I: Abordagens contemporâneas. Fiocruz, Rio de Janeiro, p. 199-232, 1994.

IPHE, **International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy**, <https://www.iphe.net>. Acesso em 19/11/2020.

IPHE, **International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy**, <https://www.iphe.net>. Acesso em 22/01/2024.

KNOBEL, M.; **Currículo do Sistema Currículo Lattes**, 19 de ago. de 2026. Disponível em <http://lattes.cnpq.br/3557992461593136>. Acesso em 10 de setembro de 2026.

LABCAT, **Histórico**. Disponível em <https://www.labcat.ufscar.br/histórico>. Acesso em 09 de dezembro de 2025.

LATOUR, B., **Jamais fomos modernos**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1994.





LATOUR, B.; WOOLGAR, S., **A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

LATOUR, B., **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. São Paulo: Editora Unesp, 2000.

LATOUR, B., **Reagregando o social: uma introdução à teoria do Ator-Rede**, Salvador-Bauru: UFBA EDUSC, 2012.

LAW, J., **Actor Network Theory and Material Semiotics**. Disponível em <http://www.heterogeneities.net/publications/Law2007ANTandMaterialSemiotics.pdf>. Publicado em 18/05/2007.

MCT - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Programa Brasileiro de Sistemas de Células a Combustível (PROCaC)**, 2002.

MELLONI, E., **Da Unicamp vem a célula a combustível brasileira, a etanol. Brasil Energia**. Disponível em <https://brasilenergia.com.br/brasilenergia/acoes-em-transicao-energetica/da-unicamp-vem-a-celula-a-combustivel-brasileira-a-etanol>. Publicado em 12/02/2025.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Bases para a Consolidação da Estratégia Brasileira do Hidrogênio**, 2021. [1]

RIBATSKI, G.; **Currículo do Sistema Currículo Lattes**, 06 de abr. de 2026. Disponível em <http://lattes.cnpq.br/6687042807200684>. Acesso em 10 de setembro de 2026.

WACQUANT, L.. **Esclarecer o Habitus. Educação & Linguagem**, [S.L.], v. 10, n. 16, p. 63-71, 31 dez. 2007. Instituto Metodista de Ensino Superior. Disponível em <http://dx.doi.org/10.15603/2176-1043/el.v10n16p63-71>. Acesso em 10 de novembro de 2021.

ZAMBON, S., **Homenagem póstuma ao Prof. Ernesto Rafael González**. Disponível em: <https://www5.iqsc.usp.br/2020/homenagem-postuma-ao-prof-ernesto-rafael-gonzalez/>. Publicado em 03/06/2020.



REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634



ZANCHET, D.; **Currículo do Sistema Currículo Lattes**, 30 de mar. de 2025. Disponível em <http://lattes.cnpq.br/0601216568829240>. Acesso em 03 de dezembro de 2025.

Recebido em: 12/09/2026

Aprovado em: 24/09/2026

Publicado em: 08/10/2026

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 10 (2026) - ISSN 2965-2634

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)

