



# ESTACAS TROCADORAS DE CALOR PARA CLIMATIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DE ESTRUTURAS

## GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL ENC/FT/UnB (Disciplina **Tópicos Especiais**)

### CRONOGRAMA - Turma do 1º Semestre - 2021

Prof. Renato P. Cunha, Prof. Titular, Eng. Civil, Ph.D.

Monitor: Aluno Charles Chaves (<[charles.pchaves@gmail.com](mailto:charles.pchaves@gmail.com)>)

**3<sup>as</sup> e 5<sup>as</sup> Feiras - 10 às 12 hs: AULA Online**

MÊS	DIA	AULA	ASSUNTO
<b>Julho</b>	20	1	Introdução ao curso / Adaptação sistema online
	22	2	A Contexto histórico e concepção geral
	27	3	B Introdução a sistemas geotérmicos superficiais
	29	4	C Aspectos de energia sustentável
<b>Agosto</b>	3	5	Videos e seminário oral 1: energia sustentável & geotermia
	5	6	Videos e seminário oral 1: energia sustentável & geotermia
	10	7	D Definições e aspectos teóricos da troca de calor
	12	8	E Definições e aspectos teóricos da troca de calor
	17	9	F Tópicos de projeto de estacas trocadoras de calor (ETC)
	19	10	G Tópicos de projeto de estacas trocadoras de calor
	24	11	H Tópicos de projeto de estacas trocadoras de calor
	26	12	I Estudo de casos históricos comentados
	31	13	Videos e seminário oral 2: Teoria e projeto de ETC
<b>Setembro</b>	2	14	Videos e seminário oral 2: Teoria e projeto de ETC
	7		<i>Feriado Independência do Brasil</i>
	9	15	1 Estudos de Campo e Laboratório sobre ETC
	14	16	2 Estudos de Campo e Laboratório sobre ETC
	16	17	Videos e seminário oral 3: Estudos de campo e lab ETC
	21	18	Videos e seminário oral 3: Estudos de campo e lab ETC
	23	19	3 Análises numéricas sobre ETC
	28	20	4 Análises numéricas sobre ETC
	30	21	J Modelagem numérica de ETC com programas comerciais
<b>Outubro</b>	5	22	Videos e seminário oral 4: Análises numéricas ETC
	7	23	Videos e seminário oral 4: Análises numéricas ETC
	12		<i>Feriado Nossa Senhora Aparecida</i>
	14	24	K Tópicos executivos de estacas trocadoras de calor (ETC)
	19	25	L Tópicos de pesquisa e resultados sobre ETC
	21	26	M Normas, performance e prioridades em ETC e SGS
	26	27	Videos e seminário oral 5: Teses no Brasil e exterior
	28	28	Videos e seminário oral 5: Teses no Brasil e exterior
<b>Novembro</b>	2		<i>Feriado Finados</i>
	4	29	5 Considerações finais sobre sistemas de ETC



## PROGRAMA DA DISCIPLINA

### EMENTA

Sistemas superficiais de energia geotécnica, estacas trocadoras de calor, perfurações trocadoras de calor, tubos trocadores de calor, circuitos primários e secundários, bombas de calor geotérmicas, taxas de calor, condutividade térmica e demais variáveis térmicas, estado atual do conhecimento sobre sistemas trocadores de calor, casos históricos, vantagens e uso da geotermia no Brasil, e concepções gerais desta “nova” tecnologia.

### CARACTERÍSTICAS GERAIS E PÚBLICO

Trata-se de um curso geral, informativo, sobre todo o conhecimento atualmente disponibilizado em publicações recentes sobre o assunto (sendo a maioria de revistas internacionais com menos de 5 anos), e além de publicações, livros e standards sobre técnicas/práticas de uso desta tecnologia. Não objetiva ensinar o aluno a projetar sistemas integrados de trocadores de calor (circuito primário, secundário e bombas), porém a ter um entendimento geral de todas as distintas facetas do uso da geotermia como uma alternativa à troca de calor, e à consequente climatização de superestruturas da engenharia civil, em suas distintas áreas. Versa sobre uma tecnologia que é praticamente desconhecida ou usada na América do Sul, e ainda amplamente ignorada e não explorada no Brasil. Apresenta o sistema, os conceitos gerais, o desenvolvimento teórico e matemático, e como o projeto é concebido. Versa sobre distintas questões ainda não solucionadas na área acadêmica, como problemas de saturação térmica, modelos numéricos comerciais, etc.

É voltado principalmente a alunos do curso de engenharia ambiental, como módulo optativo, servindo também a alunos do curso de engenharia civil ou de arquitetura, como complementação de seu conhecimento profissional no domínio conexo. Abre espaço também para que alunos interessados atuem em etapas posteriores de sua vida profissional como pesquisadores desta tecnologia (mestrado ou doutorados acadêmicos), ou como implementadores da tecnologia em obras sustentáveis futuras (projetos da vida prática). Fornece, portanto, as bases gerais de conhecimento, discussão, e amplitude do uso da tecnologia, vantagens e limitações, e problemas e dificuldades de implementação, para que o egresso possa discutir e interagir com as poucas empresas atuais detentoras da tecnologia (estrangeiras). Amplia também o leque de opções de ideias e diretrizes em eventuais novas empresas tipo “júnior” da Universidade.

### JUSTIFICATIVA

No campo da geotecnia, as bombas de calor são utilizadas para retirar energia do solo há cerca de 140 anos, desde sua invenção pelo Austríaco Peter Ritter von Rittinger. Porém somente na década de 80 as fundações e perfurações profundas começaram a ser usadas para este fim, tendo a Áustria como país pioneiro. Não demorou para que essa alternativa se espalhasse pelo mundo ao longo dos últimos 30 anos, existindo diversos registros de utilização na Europa, Ásia, Canadá e nos Estados Unidos.

Na Europa a tecnologia já atingiu o status de “importante, viável e não negligenciável”, visto que a principal causa deste crescimento vertiginoso da tecnologia neste continente se dá devido à uma das principais metas da União Europeia para a



próxima década, ou seja, a de migrar no mínimo 20% de sua matriz energética para fontes renováveis e reduzir em 20% a produção de emissões quando comparado à década de 90. Vale citar que somente no ano de 2006 o mercado Austríaco desta tecnologia cresceu 45%, enquanto o Alemão 120%. Já em se tratando da Ásia o mercado está muito aquecido na Coreia do Sul e China, principalmente devido a políticas governamentais. Pode ser citado que devido a incentivos fiscais esta técnica foi largamente utilizada nas Olimpíadas de Beijing 2007, tendo cerca de 30 milhões de m<sup>2</sup> de área acondicionados com a tecnologia, em 10 megaprojetos e mais de 14.300 unidades de bombas térmicas.

Fundações trocadoras de calor são infraestruturas geotérmicas que além de servirem de fundação à superestrutura para suporte das cargas atuantes, também ajudam em sua climatização térmica mantendo sua temperatura interna, ou seja seu conforto energético, por meio de uma ativa troca de calor entre a superestrutura, a infraestrutura e o solo circundante. Esta troca de calor pode ser utilizada para resfriamento da superestrutura no verão e para aquecimento no inverno, sempre se procurando utilizar do meio geotécnico para armazenamento, troca e retirada da energia necessária ao conforto térmico do sistema como um todo. Este sistema é basicamente composto por dois circuitos, o primário e o secundário. Ambos são independentes, relacionados ao sistema geotérmico (infraestrutura) e ao estrutural (superestrutura), sendo conectados por bombas trocadoras de calor que mantem o equilíbrio energético do sistema e a climatização em níveis agradáveis de temperatura.

As estacas trocadoras de calor (ou de “energia” como citado em inglês) são a categoria mais atrativas no sistema de bombas geotérmicas (GSHP), devido a sua competitividade econômica por aproveitar simultaneamente a presença, a necessidade de escavação, e as condições termo-ambientais (em geral não exploradas) das fundações profundas. Por causa da característica de reversibilidade das bombas de calor, esta tecnologia tem sido usada para cumprir funções de aquecimento e resfriamento de imóveis tanto residenciais quanto comerciais, e tem possibilidade de uso no agronegócio Brasileiro (muito atrativo para o Centro-Oeste).

## OBJETIVOS

Para o curso em questão os seguintes *Objetivos Principais* e *Objetivos Específicos*, devem ser citados:

Este curso buscará os seguintes quatro objetivos principais:

- ✓ Familiarização com a noção, os princípios gerais e a teoria envolvida com esta nova tecnologia, discutindo-se possibilidades para o Brasil e possíveis desvantagens frente a outras tecnologias geoambientais;
- ✓ Visualização dos aspectos principais do conhecimento gerado em literatura técnica e acadêmica sobre o assunto nos últimos 10 anos em que a tecnologia se estabeleceu e começou a se difundir firmemente na Europa e nos Estados Unidos;
- ✓ Entendimento dos princípios gerais de projeto e do background associado com a simulação e a análise de sistemas tecnológicos deste tipo, envolvendo as variáveis térmicas necessárias e as propriedades requeridas pelos distintos circuitos do sistema (infraestrutura, superestrutura, e bombas de calor);



✓ Divulgação da tecnologia, ajudando no aporte e estabelecimento futuro de novas políticas e técnicas ambientais de redução da emissão de gases efeito estufa por obras industriais, residenciais e do agronegócio brasileiro (silos, estufas, etc.).

Este curso buscará os seguintes quatro objetivos específicos:

- ✓ Entendimento mecânico como a contração e a expansão de estacas trocadoras de calor em meio geotécnico, e sua relação com mudanças em sua capacidade de carga;
- ✓ Entendimento térmico como a transferência de calor e a absorção de calor entre o meio circundante e o fluido circulante de sistemas trocadores de calor em meio geotécnico, e sua relação com a configuração do sistema e aspectos de fronteira (saturação do meio, tipo de mineral geotécnico, estrutura, e aspectos afins);
- ✓ Entendimento detalhado das variáveis de pesquisas nesta temática geotécnica, e sua relação entre os distintos fenômenos envolvidos e os modelos experimentais ou numéricos de análises;
- ✓ Entendimento detalhado das respostas mais relevantes para a configuração prática de sistemas energéticos em meios geotécnicos, e quais as alternativas computacionais que podem ser atualmente empregadas.

## PROGRAMA DE AULAS & ATIVIDADES

O curso, portanto, abordará os distintos componentes do sistema integrado, e enfocará no entendimento mecânico do comportamento das fundações e da transferência de calor entre o meio geotécnico, a fundação profunda e o fluido circulante. O curso é baseado em artigos, teses acadêmicas, casos históricos reais e conhecimentos teóricos, experimentais e científicos recentes na área, publicados ao longo dos últimos 5 a 10 anos. Trata-se de tecnologia “nova” redescoberta na Europa e que ajuda na redução da emissão de gases de efeito estufa, contribuindo com as obrigações de cada país junto ao tratado assinado no Protocolo de Kyoto. Tem um apelo ambiental considerável na Europa, particularmente pelo fato da Comissão Europeia no assunto ter colocado diretrizes arrojadas de emissão zero de CO<sub>2</sub> até 2030.

O curso será conduzido através de assuntos correlatos, que se complementam e que serão disponibilizados na seguinte ordem cronológica:

- a. Apresentação da disciplina, ementa, aulas, critério de avaliação e especificidades acerca dos seminários orais;
- b. Background histórico, aspectos de energia sustentável e concepção geral e componentes;
- c. Definições e aspectos teóricos;
- d. Sumário, conclusões e pontos principais de estudos de campo e de laboratório no assunto;
- e. Sumário, conclusões e pontos principais de estudos numéricos no assunto;
- f. Sumário, conclusões e detalhamento do desenvolvimento de pesquisas passadas no assunto (Brasil);
- g. Aspectos de projeto de sistemas trocadores de calor e casos históricos da literatura;
- h. Comentários finais e sumário do conhecimento gerado na disciplina;



i. Apresentações individuais, ou seminários orais em vídeos pré gravados sobre o assunto, com base em artigos, teses e informações pertinentes a cada temática acima. No total serão 20 hs dedicadas a isto, para todo o curso.

## CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO

O critério de avaliação será fundamentado na apresentação individual de 5 seminários orais acerca de publicações internacionais e eventualmente nacionais sobre o assunto, abrangendo artigos, livros, standards, teses, e materiais técnicos.

O assunto dos seminários está relacionado com cada temática especificada nas 5 apresentações discriminadas no Cronograma anterior, abaixo relacionadas:

- a. Energia sustentável, geotermia e detalhes do sistema;
- b. Teoria e projeto de estacas trocadoras de calor;
- c. Estudos de campo e laboratório de estacas trocadoras de calor;
- d. Análises numéricas de estacas trocadoras de calor;
- e. Conhecimento de teses no Brasil e exterior.

As apresentações serão feitas via powerpoint, utilizando-se da língua portuguesa oralmente e da língua inglesa (optativa) nos slides, ou tudo em língua portuguesa. Pode-se também, opcionalmente, fazer tudo na língua inglesa (os alunos serão encorajados nesta direção). Não há distinção de nota, critério, pontuação caso a língua de apresentação ou de escrita seja em português ou inglês, porém o curso busca também treinar o aluno em apresentações em língua estrangeira não nativa, experiência esta fundamental para congressos internacionais que o aluno porventura venha a participar no futuro (caso este tenha interesse, pois não é obrigatório). Entretanto vale ressaltar que o conhecimento básico de inglês escrito é importante, sendo o mínimo necessário para leitura das publicações internacionais fornecidas ao longo do curso.

Nas datas especificadas no Cronograma anexo devem ser entregues em pasta compartilhada as *apresentações em vídeo* (arquivo mp4), a serem visualizadas em sala de aula com tempo previamente especificado e acordado com a turma. Neste dia deve ser também entregue um *resumo da apresentação* efetuada, que deve resumir os artigos, teses e material consultado para a apresentação. Este resumo deve ter um mínimo de 4 folhas ou 8 páginas escritas, e máximo de 5 folhas ou 10 páginas escritas (arquivo pdf, datilografado). Para elaboração do vídeo sugere-se o freeware Apowersoft de fácil utilização e acesso gratuito (<https://www.apowersoft.com.br/gravador-de-tela-gratis>).

Grande parte do material bibliográfico/técnico para o estudo desta disciplina será fornecida em pasta compartilhada aos alunos, que devem também buscar na literatura artigos e trabalhos técnicos de referências mais atuais sobre a temática estudada, que não tenham sido incluídos na bibliografia fornecida. Além disto cabem aos alunos a busca de bibliografia mais atual que aquelas presentes no banco de dados fornecido, que contém literatura de até meados de 2020, aproximadamente.



A seguinte pontuação será computada por aluno, individualmente, para definição da nota final:

<b>Atividade</b>	<b>Nota parcial</b> (média de 5 trabalhos)	<b>Valor ou Peso</b>	<b>Nota total</b>
Apresentação oral (mp4)	0 a 5	40	200
Trabalho Escrito (pdf)	0 a 5	50	250
Frequência e Participação	0 a 5	10	50
	Total de Pontos =		500

Notas Finais: abaixo de 250 MI, de 250 a 349 MM, de 350 a 449 MS, acima de 450 SS

## **BIBLIOGRAFIA & PUBLICAÇÃO PRINCIPAL**

A bibliografia está inclusa de maneira *integral* na publicação on-line listada abaixo, fruto do pós-doutoramento do Professor desta disciplina em 2019. Esta publicação pode ser facilmente baixada neste link, e contém uma extensa revisão bibliográfica (geral) no assunto que serve de base ao curso. A referida publicação possui mais de 100 páginas e lista mais de 100 publicações no assunto, dando um extenso estado da arte na matéria até o fim de 2019. Todas as publicações referenciadas neste relatório de pós-doutorado serão disponibilizadas aos alunos, de forma que possam baixar, escolher e ler os principais trabalhos no assunto relativo ao dia da apresentação individual, e preparar o resumo escrito da apresentação.

Vale citar que outras bibliografias também serão fornecidas aos alunos durante o curso, particularmente voltadas aos livros teóricos recentes sobre o assunto, e publicações técnicas (artigos, teses) adquiridas pelo Professor após 2019. Entretanto, isto não isenta o aluno de buscar na biblioteca ou na internet publicações mais recentes sobre esta temática, de forma a atualizar o assunto a ser apresentado oralmente e por via escrita.

Todas as publicações listadas na bibliografia geral abaixo, em seu formato pdf, poderão ser disponibilizadas aos alunos participantes deste curso.

Cunha, R.P. (2019). *Study of Geothermal Energy Piles (GEPs) for Sustainable Climatization of Structures in Brazil (Version Final - December 2019)*. Zenodo. <http://doi.org/10.5281/zenodo.3648308>



## ASPECTOS GERAIS RELATIVOS AO CURSO

**REVISÃO DE MENÇÃO:** Somente será realizada via procedimento formal do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Portanto, durante a fase de divulgação da menção final (especificada no Calendário Universitário) o aluno deverá solicitar junto ao Departamento a revisão de menção, claramente indicando por escrito, no formulário de solicitação, o motivo da revisão. De posse do formulário de solicitação, o Professor da disciplina revisará a nota levando em conta o que estiver sendo especificado no mesmo (revisão da nota escrita, oral, etc.). O resultado será entregue ao Departamento, no próprio formulário de solicitação. Caberá ao Departamento a divulgação da Nota Revisada e da Menção Final Corrigida, além de qualquer menção parcial referente a este curso. Em hipótese alguma será feita Revisão de Menção fora do prazo estipulado pelo Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

**NÚMERO MÁXIMO DE FALTAS:** São permitidos somente menos de 25% de faltas não justificadas a este curso, ou seja, alunos com mais 25% do número final de aulas teóricas efetivamente ministradas terão a nota final da matéria igual a SR. Cada atraso em sala de aula presencial ou virtual (chegar após 10 minutos do início oficial da aula, portanto após a verificação de presença) equivale a meia falta. Ou seja, dois atrasos é igual a uma falta. Alunos que tem problemas de internet, conexão, estágio etc devem comunicar ao Professor para que não sejam prejudicados nesta regra. Aulas que tiverem faltas podem ser justificadas com atestado médico a ser enviado ao Professor.

**TRABALHOS TÉCNICOS:** Os trabalhos técnicos ou vídeos de apresentação entregues fora do prazo discriminado no Cronograma (início da aula de apresentação e entrega do resumo escrito) não podem ser substituídos por outra prova, avaliação ou trabalho, salvo em caso de problemas de saúde justificados ou problemas de ordem maior a ser discutido entre o Professor e Representante de Turma.

**PARTICIPAÇÃO:** Não serão aceitos alunos ouvintes, salvo com prévia autorização do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental (caso de alunos especiais com processo de matrícula autorizada pela Coordenação de Graduação do Departamento).

**REPRESENTANTE DA TURMA:** Os alunos poderão ter um representante, a ser definido de comum acordo entre o Professor, os alunos e o monitor do curso, de forma que este representante possa ter o whatsapp do Professor e monitor e ter sempre apoio acadêmico para dúvidas, esclarecimentos, problemas, modificações ou notificações de última hora. Somente o representante dos alunos terá acesso e contato direto com o Professor, de forma a fazer a saudável comunicação entre os alunos (em grupo próprio) e o monitor. Não é obrigatório, porém ajuda muito no bom desenvolvimento do curso.

**VIDEO-AULAS:** serão utilizadas para classes específicas, mas não serão fornecidas aos alunos (somente a base em pdf utilizada nas aulas), por uma questão de direito de imagem. Problemas de copias não autorizadas serão resolvidas com base em regimento próprio e deliberações do CEPE e da Universidade de Brasília.

**CASOS NÃO PREVISTOS:** Casos não previstos nesta ementa devem ser discutidos e acordados com o Professor da Disciplina, e, a depender do caso, será necessária consulta, intermediação e aprovação da Chefia do ENC ou do Colegiado do Departamento (questões médicas, pessoais, problemas entre alunos, questões não previstas).



## LISTA DE VÍDEOS E AULAS A SEREM APRESENTADOS E DISCUTIDOS NA DISCIPLINA

	Título	Autor	Ano	Tempo h,min	OBS
A	contexto histórico e concepção geral	<b>RPC</b>	2020	1h40m	Curso IDD sobre estacas trocadoras de calor
	Energia geotérmica: nova solução de eficiência energ. para indust e resid.	Hofmann	2020	37m	ICare2020 Webinar geotermia: Aspectos gerais de funcionamento de sistemas geot superficiais, implementação, setores, oportunidades e usos
	Propriedades geotérmicas da crosta nas regiões sul e sudeste	Guimarães	2020	25m	ICare2020 Webinar geotermia: Condutividades e temperaturas crosta superficial
B	Contexto hidrogeológico sul e sudeste	Peñaranda	2020	20m	ICare2020 Webinar geotermia: Hidrogeologia e aquíferos
	Em quais edificações e industrias usar a geotermia	Hernandez Neto	2020	10m	ICare2020 Webinar geotermia: Eficiência térmica, aspectos mecânicos, hipóteses e simulações energéticas
C	Energia geotérmica y el uso de geoestructuras en sistema centrales f/c	Narsilio	2020	1h	SAIG Seminarios: Aspectos gerais de geo estructuras, estudos pilotos e resultados
	Geoenergía desafios y oportunidades	Sanchez	2020	1h10m	SAIG Seminarios: Aspectos gerais de sistemas geotécnicos
D	Detalles téóricos de troca de calor	<b>RPC</b>	2020	1h	Curso IDD sobre estacas trocadoras de calor
	Thermal conductivity testing of energy foundations	Loveridge	2020	22m	DFI Webinar: TRT, applications, lab x field, conductivity
E	Use of geothermal solutions for bridge deck deicing	Olgun	2020	23m	DFI Webinar: Example, numerical assessment, details (+12 min discussion)
	Thermal behavior of found piles using heat exchange and storage	Loveridge	2020	46m	Agerp 2020: Piles, heat transfer, g-functions, application piles
F	Coupled Multiphysics analysis of geoenery problems	Sanchez	2020	1h07m	Agerp 2020: THM mathematical approach, examples, nuclear applications, TC308
	Projeo de estacas trocadoras de calor	<b>RPC</b>	2020	1h55m	Curso IDD sobre estacas trocadoras de calor
G	Multiphysical processes and design of thermo active foundations	Laloui	2016	1h14m	ISSMGE Webinar geotermia: aspects, field and lab. research results, modelling
	Current status of EF research & design	Bourne-Webb	2020	30m	DFI Webinar: Research insights & design implications (+15 min discussion)
H	Applications, Market opportunities	Amis&Lohrenz	2020	1h17m	DFI Webinar: design, management, details, loop design and examples
	Analysis and design of energy tunnels, walls and slabs	Rotta Loria	2020	30m	DFI Webinar: Thermal loads, effects, design approaches & modelling
I	Geosynthetics in geothermal heat exchange applications	McCartney	2020	45m	IGS Brasil: general aspects, unsaturated soils, geosynthetics, case histories, future needs (+20 min discussion)
	Exemplos literatura	<b>RPC</b>	2020	25m	Curso IDD sobre estacas trocadoras de calor
	Plastic piping materials for GSSGSystems	MacNevin	2020	20m	DFI Webinar: Pippings, industry standards (+10 min discussion)



<b>1</b>	Estudo de campo e laboratório ETC	<b>RPC</b>	2021	1h48m	Aula 1/2 – conhecimentos gerados a partir de ensaios experimentais
<b>2</b>	Estudo de campo e laboratório ETC	<b>RPC</b>	2021	1h52m	Aula 2/2 – conhecimentos gerados a partir de ensaios experimentais
<b>3</b>	Análises numéricas sobre ETC	<b>RPC</b>	2021	1h50m	Aula 1/2 – conhecimentos gerados a partir de análises numéricas
<b>4</b>	Análises numéricas sobre ETC	<b>RPC</b>	2021	1h48m	Aula 2/2 – conhecimentos gerados a partir de análises numéricas
<b>J</b>	Heat transfer modelling	Nitish	2021	35m	Exemplo com programa COMSOL
	Thermal analysis for geot. Engineering	Tuan-Anh	2021	50m	Exemplo com programa PLAXIS 2D
<b>K</b>	Shallow geothermal open loop systems	Sanner	2020	17m	EGEC2020: Open loop systems in Cologne
	Development of quarters	Grimm	2020	14m	EGEC2020: Market, planning steps and legal aspects
	Longterm monitoring and optimization of a shallow geothermal system	Cooper	2020	13m	EGEC2020: Practical example in Dublin
<b>L</b>	Construction practices and examples	Amis&Hertz	2020	1h10m	DFI Webinar: Constructions aspects of GEPs
	Conhecimento acadêmico teses Brasil	<b>RPC</b>	2020	48m	IDD curso
<b>M</b>	A new era for geot. engineering practice	Laloui	2020	55m	Kersten Lecture: general aspects, examples, mech. Behavior & components
	Research priorities on geothermal heating and cooling	Urchueguia	2020	16m	EGEC2020: European priorities for future development
	EU standards and regulations for shallow geothermal	Gavriliuc	2020	22m	EGEC2020: Existing standards to design and operate SGS in European countries
	Life-cycle assessment of shallow geothermal network	Pratiwi	2020	15m	EGEC2020: Estimation of lifetime of heating and cooling networks
<b>5</b>	Life-cycle assessment guidelines for geothermal installations	Parisi	2020	19m	EGEC2020: Guidelines for geothermal installation
	Energy savings achievable by Geocond innovations	Khattak	2020	18m	EGEC2020: GSHP and BHE performance, energy analysis and balance
	Geothermal energy in urban environments	Goetzi	2020	15m	EGEC2020: Management of geothermal energy and approaches on how geological surveys provide information
<b>5</b>	Is geothermal energy already competitive?	Dumas	2020	15m	EGEC2020: Geothermal competitiveness and comparison with other options
	Considerações finais sobre ETC	<b>RPC</b>	2021	1h47m	Aula final de resumo geral sobre o assunto