

DO PROJETO A CONCLUSÃO DA CALÇADA PERMEÁVEL: INOVAÇÃO NA FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS

Elias Antunes dos Santos – eliasantunes@unemat.br

Marinez Cargnin-Stieler – marinez@unemat.br

Guilherme Adriano Weber – guilherme.weber@unemat.br

Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT)

Departamento de Engenharia Civil

Avenida Inácio Betencourt Cardoso, km 7, Jardim Aeroporto

78300-000 – Tangará da Serra – Mato Grosso

Resumo: Este trabalho é um recorte de um projeto mais amplo e faz parte de atividades didáticas pedagógicas para acadêmicos do segundo e terceiro semestre do curso de Engenharia Civil da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário professor Eugênio Carlos Stieler em Tangará da Serra/MT e incentivam os acadêmicos a buscarem soluções viáveis e sustentáveis que podem ser experienciadas e favorecem os acadêmicos na tomada de decisão. A ação dos acadêmicos orientados pelo docente das disciplinas, foi a construção de uma calçada de concreto permeável no espaço da universidade. Essa ação favorece toda a comunidade acadêmica pois é um dos principais acessos aos espaços acadêmicos da Universidade. Para os acadêmicos envolvidos, uma oportunidade para aplicar a técnica do concreto permeável que é pouco conhecida. Os alunos valeram-se da NBR 16416 que orienta sobre os requisitos mínimos sobre o concreto permeável, o dimensionamento do material a ser utilizado e o custo total, também processos realizados no levantamento topográfico para o aterramento do local para a calçada, instalação do dreno, o gabarito e a execução da calçada. Esse trabalho além de estimular o conhecimento nas disciplinas proporcionou descoberta de novos conceitos inerentes à prática da construção civil e o trabalho em equipes lapidou as relações interpessoais dos envolvidos.

Palavras-chave: Concreto permeável. Formação cidadã. Rolo giratório. Sustentabilidade. Aprendizagem ativa.

1 INTRODUÇÃO

Com o intuito de melhorar as condições de aprendizagem e incentivar os acadêmicos do segundo e terceiro semestre do curso de Engenharia Civil da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário professor Eugênio Carlos Stieler em Tangará da Serra/MT a realizar atividades inovadoras que visavam buscar habilidades empreendedoras. Ao identificar que a calçada de acesso a um dos pavilhões do Campus e seu canteiro estavam em

Promoção:



Realização:



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ

Organização local do evento:



situações precárias, um grupo de acadêmicos foi incentivado a pensar sobre as melhorias que poderiam ser realizadas no local.

A socialização das atividades realizadas na execução dos trabalhos realizados na área, tais como, limpeza e pintura do concreto permeável construído, nivelamento dos canteiros laterais a calçada e plantação de grama podem fomentar discussões acerca do ensino aprendizagem na educação em engenharia?

As demandas do Campus podem estar associadas às demandas do curso de Engenharia Civil e podem incentivar os alunos e professores para uma educação mais ativa (CARGNIN-STIELER, 2014) e sustentáveis. Nesse contexto, este trabalho tem a intenção de discutir algumas atividades vivenciadas com estudantes envolvendo a temática sustentabilidade (SANTOS, CARGNIN-STIELER, DAMASCENO, 2018) e inovação no ramo de concretos especiais com os chamados concretos permeáveis.

A escolha desse trabalho foi discutida em sala de aula pelo grupo de acadêmicos, pois, em conjunto, notou-se que a área definida era mais utilizada pelas pessoas que trabalhavam no Campus e pelos acadêmicos. Com o auxílio de professores envolvidos nas atividades, foi discutido a necessidade de efetuar algumas reformas para melhorar a estética do local e preparar o mesmo para futuras inovações no sistema de iluminação e acabamento no espaço. Também foi tema de discussão, a divulgação dos trabalhos realizados pelo curso de Engenharia Civil (SANTOS, CARVALHO, CARGNIN-STIELER., 2016) e a importância de respeitar as diversidades locais.

Os pisos drenantes chama a atenção da comunidade acadêmica por questões importantes, como os grandes centros urbanos que vem sofrendo cada vez mais com enchentes e inundações, todos os anos. Essas notícias podem ser acompanhadas pelos telejornais e as inúmeras ocorrências desses fatos por todo o país, transtorno que se transforma em prejuízo para população e para as cidades, além de converter soluções em fracasso e dinheiro em lixo.

O concreto permeável, ou simplesmente piso drenante, é uma técnica antiga, conhecida pelos profissionais do ramo da Engenharia Civil. Tem sido empregada e aceita pela eficiência de drenagem e viabilidade econômica, sendo de fácil aplicação e sustentável ao meio ambiente.

O concreto permeável resulta da união entre o útil ao agradável, podendo ser aplicado como calçada em terrenos dando um aspecto moderno e sofisticado ao ambiente. Esse concreto pode ser trabalhado de forma arquitetônica com variadas cores e formatos.

A ideia foi discutida e observada por questões intrigantes do docente que levou os alunos a observar a dificuldade de acesso em dias chuvosos entre o estacionamento e o bloco dos departamentos, passagem que se encontrava não pavimentada. Desta forma os acadêmicos sentiram-se motivados a pensar e desenvolver um projeto para solucionar o problema. Dentre as soluções foi decidido construir uma calçada drenante aplicando concreto permeável *in loco*, pois observaram que a concretagem de uma calçada naquele local teria viabilidade. Os acadêmicos envolvidos no projeto também observaram que aprenderiam a técnica e os resultados poderiam ser compartilhados com a comunidades acadêmica. Além disso solucionaria o presente problema.

O concreto permeável, também conhecido como concreto drenante é uma tecnologia pouco utilizada no Brasil. Os materiais usados na fabricação deste tipo de concreto são: cimento, brita

e água. Porém podendo ser adicionado algum tipo de aditivo para melhorar sua plasticidade na aplicação.

Segundo a NBR 16416 (2015) os pavimentos permeáveis de concreto podem ser construídos com as seguintes tipologias: revestimentos em peças de concreto com juntas alargadas, revestimento em peças de concreto com áreas vazadas, revestimento de peças de concreto permeável, revestimento em placas de concreto permeável e revestimento de pavimento de concreto permeável.

Esse tipo de concreto é uma solução para problemas de alagamentos. Araújo, Tucci e Goldenfum (2000) apresenta como solução para a questão da impermeabilização do solo urbano a utilização de pavimentos permeáveis. Estes pavimentos têm superfície perfurada ou porosa, que permitem a infiltração de uma parte das águas que escoam superficialmente para uma camada de reserva localizada abaixo do terreno.

As principais diferenças entre o concreto convencional e o concreto permeável estão descritas no Quadro 1. O concreto convencional possui alta resistência e é feito para ser impermeável, enquanto o concreto permeável é fabricado para permitir a passagem de água e, portanto, apresenta resistência moderada (MONTEIRO, 2010).

Quadro 1 - Comparativo entre concreto convencional e poroso

TIPO	Res. Compressão (Mpa)	Areia	Brita	Aditivos
Convencional	20 a 60	30 a 50% do agregado total	Bem graduado, grãos arredondados	Opcional
Permeável	3 a 30	Pouco ou nenhum	Graduação Aberta, grãos angulosos (Brita '0' e pedrisco)	Redutor de água, retardador de pega e incorporador de ar

Fonte: Adaptado de Monteiro (2010)

O concreto permeável ou drenante é a última etapa de um sistema de drenagem. Tecnologia ainda inaugural no Brasil, o material tem sido adotado por construtores para atender às legislações municipais em relação à infiltração e permeabilidade na pavimentação de terrenos. Isso porque o concreto permeável permite que a água das chuvas percole através dele e seja armazenada nas camadas inferiores, base e sub-base, sem perder espaço de pavimentação, disponibilizando uma área para absorver precipitações, evitando enchentes e realimentando o aquífero subterrâneo.

A quantidade de agregados, cimento e água pode variar de acordo com o traço determinado em projeto, a resistência que se busca ter no concreto depende do material utilizado, já que pode variar conforme a que se destina aquele pavimento. Porém, quanto maior a resistência que se procura, menor será a permeabilidade pelo pouco espaço de percolação. Para aumentar a permeabilidade, é necessário um volume maior de vazios e, conseqüentemente acarretará menor resistência.

A principal diferença que apresenta com relação ao concreto convencional é o seu índice de vazios: o concreto permeável é produzido a partir de material granular quase todo do mesmo tamanho, possibilitando um teor de vazios de 15 a 25% do volume total.

Pavimentos permeáveis reduzem o escoamento superficial e, ao mesmo tempo, retardam a chegada da água ao subleito, reduzindo a erosão. Podem ser usados como via para pedestres, estacionamentos e vias de tráfego leve. A camada de revestimento dos sistemas permeáveis à base de cimento pode ser feita tanto com peças pré-moldadas, mais utilizadas, quanto com concreto permeável moldado *in loco*, técnica adotada neste trabalho.

2 METODOLOGIA

Inicialmente foi necessária uma ação em sala de aula para incentivar os alunos a estudarem e agirem como futuros engenheiros, portanto, o professor solicitou aos alunos da turma elencar os problemas evidenciados no Campus. Em seguida realizaram uma visita ao local e instigou os alunos a buscarem soluções viáveis.

Após a definição da proposta do piso permeável entre o estacionamento, os departamentos e salas de aulas do Campus, os acadêmicos foram orientados a seguir etapas como: caracterização topográfica do local, projetos, execução da obra e ensaio de permeabilidade da calçada. Todas as etapas foram acompanhadas, orientadas e supervisionadas pelo professor.

Os acadêmicos foram acompanhados e entrevistados durante as atividades e também na conclusão dos trabalhos por pesquisador externo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Identificação e caracterização do problema

A ligação entre o estacionamento e os blocos da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus professor Eugênio Carlos Stieler em Tangará da Serra/MT, passagem utilizada pela comunidade acadêmica do Campus, não estava pavimentada e em dias chuvosos o caminho tornava-se inviável pelo solo apresentar uma característica argilosa e de pouca absorção de água precipitada causando riscos de acidentes (Figura 4).

Ao iniciar o projeto na etapa de levantamento de nível foi constatado que seria necessário um reaterro para regularização e preenchimento do talude afim de atingir a largura estipulada em projeto. Com base no levantamento topográfico, uma parte da terraplanagem foi executada com auxílio de maquinário e a outra parte finalizada com ferramentas manuais.

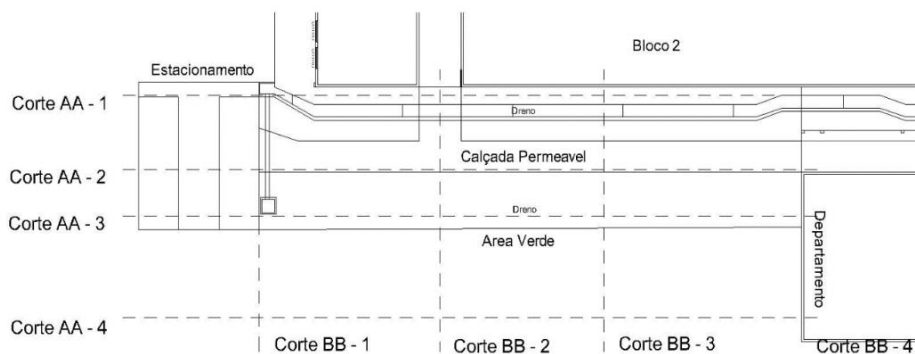
3.2 Topografia do local

O espaço trabalhado, incluindo talude e drenagem lateral, possui as dimensões de 8 m de largura por 34 m de comprimento, totalizando uma área de 272 m² (Figura 4). Pelo terreno ser irregular ocorreu a necessidade de realizar o levantamento do nível de cada ponto da área locada para o projeto. Foram obtidas 20 medidas situadas em pontos específicos, que proporcionou uma visualização de como se comportava o terreno. Pela topografia observou-se que entre os extremos da calçada existia um desnível de 0,53 m. Portanto, foi decidido que seria necessário

fazer um decaimento do extremo mais alto para o extremo mais baixo. Então a calçada se comportaria como uma rampa. Para obter o nível desejado foi necessário realizar um aterro para corrigir as deformações e proporcionar acessibilidade.

Pelo levantamento topográfico da área foi possível realizar altimetria do terreno. Os cortes AA são os longitudinais e os cortes BB são os transversais (Figura 1).

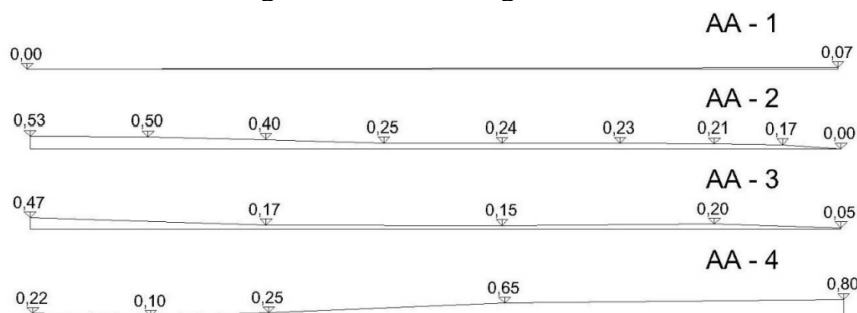
Figura 1 - Croqui da calçada com seções de cortes.



Fonte: Relatório apresentado pelos acadêmicos do Grupo (2018).

Todos os cortes foram espaçados e posicionados de forma que proporcionasse melhor visão dos desníveis do terreno, destacando-se o corte AA – 2 que passa exatamente onde foi executada a concretagem da calçada permeável. Todos as medidas foram baseadas na leitura no nível geométrico, cortes longitudinais e transversais (Figura2).

Figura 2 - Cortes longitudinais.



Fonte: Relatório apresentado pelos acadêmicos do Grupo (2018).

Na Figura 2 o corte AA – 1 representa a calçada do pavilhão, ponto usado como Referência de Nível (RN), marco zero e o corte AA -2 o desnível onde foi executada a concretagem da calçada permeável e é o corte de interesse. O corte AA – 3 representa o desnível do dreno superficial e o corte AA – 4 o desnível superior ao dreno.

3.3 Terraplanagem

Promoção:



Realização:



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ

Organização local do evento:



Com base nos levantamentos topográficos, a drenagem lateral ao lado do talude, a ideia foi minimizar o escoamento superficial e maximizar a taxa de infiltação da água no solo, sem que afetasse o talude. Os acadêmicos observaram ser necessário realizar um dreno no ponto mais baixo da calçada.

Para regularizar o terreno foi construído um talude de aproximadamente 24 m³ de terra e utilizando uma minicarregadeira para a realização desse serviço.

A próxima etapa foi realizada a locação da calçada. Em seguida a correção dos taludes e com auxílio de nível de mangueira e linha de *nylon* foi possível ajustar a superfície.

3.4 Dreno

Para a realização deste, foram utilizados 6 tubos de concreto de diâmetro 200 mm por 1 m e construído uma caixa de 1x1 m com profundidade de 0,50 m para a captação de água com decaimento de 10%.

Figura 3 - Croqui do dreno.



Fonte: Relatório apresentado pelos acadêmicos do Grupo (2018).

3.5 Execução da Calçada Permeável

Após a conclusão do aterro e a construção do dreno no local, foi realizado o gabarito para os 34 metros da calçada permeável. De madeira, foram utilizadas aproximadamente 100 estacas (40cm x 15cm) e 17 ripões (5m x 10cm). Esse gabarito ficou fixo firmemente para suportar a máquina utilizada na aplicação do concreto permeável.

Em seguida, foi espalhado o agregado graúdo como base com uma espessura de 4cm. Para a execução da calçada com concreto permeável, após a dosagem em betoneira, realizou-se o lançamento do concreto e espalhamento, compactação e nivelamento utilizando uma máquina motorizada com rolo de aço rotativo a fim de realizar um melhor acabamento da superfície. Imediatamente após a passagem do rolo, a superfície concretada foi coberta com lona plástica por sete dias.

Após a limpeza e o nivelamento do canteiro foram colocados manualmente tapetes de grama sobre o solo, de forma que todos ficassem bem posicionados um ao lado do outro para melhor e rápida fixação da grama no terreno.

Por fim, a última etapa foi a pintura da calçada com tinta piso cor chumbo.

Figura 4 - Antes, durante e o depois da execução da calçada permeável.



Fonte: SANTOS, 2018

3.6 Discussões

Com as dificuldades encontradas para conclusão do projeto foi possível perceber oportunidades para o uso do concreto permeável e aprendizado dos envolvidos.

Para avaliar as atividades no foco didático pedagógica, foi observado os relatórios do Grupo. É possível avaliar a ação de forma positiva: “O presente estudo nos trouxe novas oportunidades, pois a proposta de se estudar como é na prática a aplicação do concreto permeável” foi um dos relatos encontrados nos relatórios dos alunos.

Ao responderem sobre os possíveis beneficiados com o trabalho, enfatizaram a socialização dos resultados obtidos com a ação realizada. Também destacaram a possibilidade dos acadêmicos que queiram dar continuidade aos estudos trazendo ganhos para a própria formação e para curso.

Com relação as interações interpessoais os acadêmicos mencionaram que a ação realizada propiciou maior vínculo pessoal entre os alunos e com os professores. Além disso, foi possível observar o trabalho cooperativo desenvolvido que possibilitou auxiliar na formação cidadã dos envolvidos que trará ganhos tanto para sua vida profissional como social.

Quanto a intervenção no Campus, foi possível perceber o impacto na comunidade acadêmica que deu visibilidade tanto para o curso de Engenharia Civil quanto para os envolvidos.

Quanto ao produto, calçada drenante, melhorou o acesso, o ambiente, a visão arquitetônica e paisagismo ficou mais agradável.

Com a obra concluída houve uma melhoria significativa do tráfego de pessoas garantindo mais segurança e melhor mobilidade

Ademais, este trabalho disponibilizou a interação com profissionais da área, e o contato com empresas do setor da construção civil da cidade, assim, nos mostra integralmente o mercado de trabalho e a necessidade de informação e experiência com o “uso das próprias mãos”, haja vista que foi um projeto realizado apenas por acadêmicos.

Foi organizado uma pasta de fotos e vídeos para documentar as atividades realizadas que podem ser acessados em Santos (2018).

4 CONCLUSÕES

Com esse trabalho foi possível observar que os acadêmicos tiveram a oportunidade de discutir questões pertinentes a sua aprendizagem. Ao propor trabalhos que os acadêmicos estejam ativamente envolvidos foi possível perceber que os mesmos se mantiveram motivados a estudar conteúdos além das disciplinas, pois produziram além do esperado. Observou-se que o que poderia ser um simples trabalho em sala, foi ampliado e divulgado junto à comunidade o que favoreceu a aprendizagem dos acadêmicos. O envolvimento dos professores das disciplinas do curso de Engenharia Civil e a atenção do que mantinha os estudantes interessados foi um fator que se pode destacar como um trabalho dos conceitos sobre atividades empreendedoras no ensino de engenharia.

O estudo em sala proporcionou um pouco mais de noção sobre o tema e como é realizada as etapas para a construção de uma calçada permeável. As dificuldades encontradas no decorrer da execução do trabalho permitiram usar diferentes recursos didáticos e práticas para a aprendizagem do conteúdo.

O comprometimento dos integrantes do trabalho revelou o interesse e profissionalismo diante das dificuldades encontradas

Trabalhar com esse tipo de produto é um desafio inovador. As pesquisas e o interesse são grandes devido ao apelo sustentável, diminuir enchentes, possibilidade de ser usado como filtro para aproveitamento de água de chuva. Essas atividades exigem dos professores envolvidos esforço no estudo de literaturas recentes, metodologias, propriedades de materiais, contato com empresários, parcerias, desenvolver, aprimorar, adaptar ferramentas, projetar e execução de determinado serviço. Os desafios atuais é integrar esse tipo de projeto com a Empresa Júnior do curso, com isso ter um portfólio de prestação de serviço. Capacitar pessoas, integrar a outros projetos em desenvolvimento e estabelecer parcerias com as empresas da região contribuindo para uma cidade mais sustentável.

Agradecimentos

Agradecemos as empresas que contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho. Em especial a Tratortecmaq, Pedremat, Pantanal Locações. Também agradecemos a UNEMAT e especialmente os acadêmicos do Curso Engenharia Civil envolvidos nos trabalhos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Paulo Roberto de; TUCCI, Carlos E.M.; GOLDENFUM, Joel A. Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução de escoamento superficial. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre, v. 5, n. 3, p. 21-29, jul./set. 2000

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16416**. Pavimentos permeáveis de concreto - Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2015.

CARGNIN-STIELER, Marinez. **Educação em engenharia: aspectos da formação pedagógica para o ensino em Engenharia Elétrica**. – Ilha Solteira: [s.n.], 2014. 155 f.: il.

Promoção:



Realização:



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ

Organização local do evento:



Disponível em: <<http://acervodigital.unesp.br/handle/11449/110514>>. Acesso em: 09 de nov. 2018.

MONTEIRO, Anna. **Concreto Poroso: Dosagem e Desempenho**. Disponível em: <https://www.eec.ufg.br/up/140/o/CONCRETO_POROSO_DOSAGEM_E_DESEMPENHO.pdf>. Acesso em: 09 de julho de 2018.

SANTOS, E. A., Calçada UNEMAT 2018. Disponível em: <<https://photos.app.goo.gl/PULncGSU4swA4PRNA>> Acesso: 26 jun.2018.

SANTOS, E. A.; CARVALHO, K. S. A; CARGNIN-STIELER, Marinez. Desenvolvimento de piso permeável como estratégia de aprendizagem nos semestres iniciais de Engenharia Civil. In: **XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE)**, 2016, Natal. COBENGE 2016. 20 anos de REENGE Caminhos da Engenharia, 2016. p. 1-10. Disponível em <http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/3/anais/anais/161203.pdf> Acesso 21/11/2018.

SANTOS, E.A; CARGNIN-STIELER, M; DAMASCENO, M, A. Disciplinas básicas na Engenharia Civil pensando Sustentabilidade: Confecção de tijolos ecológicos com Resíduos de britagem e solo argiloso. **XLVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE) I Simpósio Internacional de Educação em Engenharia – Educação Inovadora para uma Engenharia Sustentável**, Salvador, 2018. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/sis_submetidos.php?acao=abrir&evento=COBENGE18&codigo=COBENGE18_00068_00001615.pdf> acesso dia 21/11/2018.

PERMEABLE CONCRETE: AN INNOVATIVE EXPERIENCE IN THE TRAINING OF ENGINEERS

Abstract: *This work is a cut of a broader project and is part of pedagogical didactic activities for academics of the second and third semester of the Civil Engineering course of the State University of Mato Grosso (UNEMAT), University Campus professor Eugênio Carlos Stieler in Tangará da Serra / MT and encourage academics to pursue viable and sustainable solutions that can be experienced and favor academics in decision making. The action of the instructor-led academics of the disciplines was the construction of a permeable concrete sidewalk in the space of the university. This action favors the entire academic community because it is one of the accesses to the blocks. For the academics involved, an opportunity to apply the permeable concrete technique is little known. The students took advantage of the NBR 16416 that guides on the minimum requirements on the permeable concrete, the dimensioning of the material to be used and the total cost, also processes realized in the topographic survey for the ground of the place for the sidewalk, installation of the drain, the feedback and the execution of the sidewalk. This work besides stimulating the knowledge in the disciplines provided the discovery*

Promoção:



Realização:



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ

Organização local do evento:



*of new concepts inherent to the practice of the civil construction and the work in teams
lapidated the interpersonal relations of those involved.*

Key-words: *Permeable concrete; Citizen training; concrete spin screed; sustainability; Active learning.*

Promoção:



Realização:



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ

Organização local do evento:

