



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Uma sequência didática utilizando as Atividades Experimentais Investigativas no ensino de Estabilidade das Construções

A didactic sequence using Investigative Experimental Activities in the teaching of Construction Stability

Michel Osmar Costa Paiva¹, Andreia A. Guimarães Strohschoen²

¹ Mestre em Ensino de Ciências Exatas (PPGECE) - Universidade do Vale do Taquari –
Univates – michel.paiva@univates.br

² Doutora em Biologia - Universidade do Vale do Taquari - Univates – aaguim@univates.br

Finalidade

Com o produto educacional aqui apresentado, buscamos apresentar como a exploração das Atividades Experimentais Investigativas pode contribuir na construção de um caminho diferenciado para o ensino dos conteúdos de Estabilidades das Construções, especificamente referente aos conteúdos “Análise Estrutural” e “Tipos de carregamentos”.

Para isso, propomos uma sequência didática que inclui, além dos conteúdos da referida disciplina, o estudo de tópicos de matemática, como medidas de volume, superfície, capacidade, massa, comprimento e transformação de unidade de medidas, e de física, relativos a peso, pressão e densidade, dada a relação existente entre eles.

Contextualização

Este produto educacional é resultado da prática de uma Intervenção Pedagógica com



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

os alunos do segundo ano do Curso Técnico em Edificação Integrado ao Ensino Médio, realizada para obtenção do título de Mestre do primeiro autor, no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas (PPGECE) da Universidade do Vale do Taquari – Univates.

A proposta da intervenção justifica-se pelo fato de percebermos, cotidianamente, durante as práticas docentes, que os alunos do referido curso apresentam problemas de aprendizagem nas disciplinas técnicas. Analisando a questão, concluímos que as dificuldades existem justamente por eles não conseguirem relacionar alguns conteúdos de física (peso específico, densidade, peso por área, pressão e peso linear) e de matemática (medidas de volume, superfície, comprimento, capacidade, massa e transformação de unidade de medidas), com outras áreas do conhecimento do núcleo profissionalizante, bem como correlacionar com seu dia a dia.

O estudo da Estabilidade das Construções serve de fundamento para que os alunos do curso Técnico em Edificações possam compreender as diversidades de fenômenos físicos ligados à estática das construções. No entanto, esses conteúdos às vezes não são contextualizados de forma significativa para o aluno. Como bem coloca Sato (2014), as abordagens dos conceitos de física, feitas com embasamento científico, devem estar em todos os projetos, para que as estruturas venham a ter, simultaneamente, equilíbrio, segurança e beleza. Esses conceitos, são relevantes na simples construção da parede de uma casa, até na edificação de uma plataforma de extração de petróleo.

Diante disso, reafirmamos a importância da utilização das atividades práticas, visto que elas possibilitam a contextualização dos conteúdos estudados. Dessa forma, permitem que o aluno entenda que o saber não consiste apenas no acúmulo de conhecimentos técnico-científicos, mas é uma ferramenta que o prepara para enfrentar e resolver os desafios e situações desconhecidas. Assim, entendemos que a experimentação com enfoque investigativo é um exemplo de atividade prática elaborada em sala de aula, configurando-se como atividade experimental investigativa.



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Massabni (2011) descreve que as atividades práticas do tipo investigativo possibilitam a promoção da construção do conhecimento, porque os alunos interagem com o fenômeno, revisando os seus conceitos prévios ou também analisando a própria prática, o que demanda a construção de novos saberes. Ainda segundo o autor, as atividades experimentais, que propõem problemas a serem resolvidos entre os alunos, levam à utilização de outra vertente para a resolução, ou seja, o uso de atividades práticas.

Sobre essa relação entre o ensino por resolução de problemas e a construção do conhecimento, Carvalho (2019) salienta a importância de que, durante o desenvolvimento da solução do problema proposto, o aluno seja estimulado a raciocinar e a construir seu próprio conhecimento, tornando-se agente do seu próprio pensamento. Assim, o professor deixa de ministrar aulas expositivas e passa a assumir o papel de professor orientador na busca da construção do novo conhecimento.

Sobre as ações a serem propostas durante uma atividade experimental investigativa, Marcondes (2008, p.27) esclarece que:

[...] os alunos participam da resolução de um problema proposto pelo professor ou por eles mesmos, elaboram hipóteses, coletam dados e os analisam; elaboram conclusões e comunicam os seus resultados com os colegas. O professor se torna um questionador, conduzindo perguntas e propondo desafios aos alunos para que estes possam levantar suas próprias hipóteses e propor possíveis soluções para o problema (MARCONDES, 2008, p. 27).

Moreira (2017, p. 104), ao abordar a importância das atividades práticas como instrumento no processo de aprendizagem, aponta: “outra implicação imediata da teoria de Piaget para o ensino é a de que ele deve ser acompanhado de ações e demonstrações e, sempre que possível, deve dar aos alunos a oportunidade de agir (trabalho prático)”.

Os trabalhos práticos devem estar bem planejados e organizados para o aluno perceber sua finalidade e, ao mesmo tempo, sua relação com os conteúdos a serem estudados. Diante disso, organizamos atividades experimentais investigativas por meio de sequência didática, definida por Araújo (2013, p. 322) como “[...] um modo de o professor organizar as atividades



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

de ensino em função de núcleos temáticos e procedimentais”. Esse processo se faz mediante um conjunto de atividades planejadas em etapas e interligadas para o ensino de um conteúdo (ZABALA, 2010).

Portanto, diante da importância de trabalhar os tópicos de física e matemática na disciplina de Estabilidade das Construções em uma abordagem diferenciada das que são praticadas, e na busca por aplicar métodos que possibilitem ao aluno a construção do conhecimento a partir de situações concretas, desenvolvemos a sequência didática aqui apresentada, na qual exploramos as atividades experimentais investigativas delineadas a seguir.

Objetivo

O objetivo geral deste produto educacional é propor uma sequência didática para trabalhar o ensino dos conteúdos “Análise Estrutural” e “Tipos de carregamentos” da disciplina Estabilidade das Construções, no Curso Técnico em Edificações.

Detalhamento

As etapas das atividades aplicadas na intervenção foram desenvolvidas em cinco encontros com duração de sessenta minutos cada, totalizando 12 horas-aula na modalidade remota, com a participação de seis alunos do segundo ano do curso. Três encontros foram destinados às atividades preparatórias e experimentais investigativas e dois à realização dos questionários, por meio de webconferência e no Ambiente Virtual de Aprendizagem-AVA.

Seguindo com o detalhamento da prática, o Quadro 1 demonstra a sequência didática e os conteúdos que foram desenvolvidos em momentos de aulas síncronas *online* por meio do aplicativo de comunicação e interação Google Meet e do emprego de atividades não presenciais.



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Quadro 1 – Sequência didática das atividades síncronas *online* desenvolvidas na Intervenção Pedagógica

Encontro	Atividades	Conteúdos	Duração Aula – 60 min.
01	Questionário de conhecimentos prévios	Figura geométrica, volume, superfície, capacidade, massa, comprimento e transformação de unidade de medida. Pesos, pressão e densidade.	2
02	Atividade experimental investigativa 01	Medidas de superfície, comprimento e peso. Transformação de unidades de medidas.	3
03	Atividade experimental investigativa 02	Medidas de superfície, comprimento, volume e peso. Transformação de unidades de medidas. Peso específico. Densidade.	3
04	Desenvolvimento das atividades no simulador.	Medidas de superfície, comprimento e peso. Transformação de unidades de medidas. Peso por área. Pressão.	3
05	Questionário de avaliação.	Figura geométrica, volume, superfície, capacidade, massa, comprimento e transformação de unidade de medida. Pesos, pressão e densidade.	1

Fonte: Dos autores (2020).

1º Encontro

Iniciamos a Intervenção Pedagógica com a aplicação do questionário de conhecimentos prévios dos alunos, referente aos conteúdos de física e matemática, o qual consistiu em uma lista de sete questões, intitulada “Uma análise dos materiais de construção e dos elementos estruturais, com estudo de conceitos de física e matemática” (APÊNDICE A).

As respostas foram elaboradas individualmente, para que pudéssemos avaliar os conhecimentos prévios de cada estudante. Com essa atividade, visamos identificar os conhecimentos prévios dos alunos em relação aos conteúdos de física e matemática relacionados aos conteúdos de Estabilidade das Construções.

Além disso, as questões abordaram diferentes situações envolvendo elementos estruturais e materiais de construção. A partir da análise das respostas dos alunos, também foi possível avaliar a necessidade ou não de ajustar as atividades previstas. O Questionário de



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Conhecimentos Prévios foi postado no Ambiente Virtual de Aprendizagem – AVA, no formato de arquivo, no modelo de uma lista de questões.

Encontros 02, 03 e 04

Durante os encontros 02, 03 e 04, foram desenvolvidas as atividades experimentais investigativas com os alunos. Cada etapa proporcionou o desenvolvimento de alguns conceitos específicos (conceituais, procedimentais e atitudinais), com diferentes graus de abertura, e utilizando como instrumento as atividades experimentais investigativas e as atividades preparatórias, conforme mostram os Quadros 2, 3 e 4.

Na metodologia desenvolvida, as atividades preparatórias têm como objetivo propor aos alunos situações que envolvam observações, experimentos e medições efetivas, para que adquiram prática no uso de instrumentos de medida; organizem e trabalhem os valores obtidos para, posteriormente, realizarem a atividade experimental investigativa. Sendo assim, cada módulo da sequência didática apresenta uma atividade preparatória e, em seguida, uma atividade experimental investigativa.

2º Encontro

Durante a primeira atividade, propusemos aos alunos uma situação-problema investigativa, buscando proporcionar a construção de alguns conceitos específicos (conceituais, procedimentais e atitudinais) com diferentes graus de abertura, conforme demonstra o Quadro 2.

Quadro 2 - Caracterização da Atividade Experimental Investigativa 01

Sequência didática
Atividade Experimental Investigativa 01
Situação-problema Investigativa: Durante a execução de uma peça estrutural (pilar/viga) da obra, o mestre de obras constatou que as barras de aço de 16mm tinham acabado, no entanto havia, no canteiro de obra, barras de diâmetro de 8mm. O mestre de obras poderá fazer a substituição das barras de 16mm pelas barras de 8mm? Se for possível, quantas barras serão necessárias para a execução dessa peça estrutural?

(Continua...)

UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

(Conclusão)

Sequência didática
Atividade Experimental Investigativa 01
<p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trabalhar o conceito de pesos lineares. - Oportunizar aos alunos a realização de medidas e a construção e análise de gráficos e tabelas.
<p>Conhecimentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conceituais: Pesos, medidas de comprimento e áreas de uma circunferência. - Procedimentais: Realização de medidas (régua) e simulação do aplicativo. Organização de dados e construção de tabela. Leitura e análise textual. Análise e emissão de conclusões. - Atitudinais: Através da manipulação de instrumentos de medida, do uso de aplicativo e dos conceitos matemáticos, solucionar situações-problemas investigativas.
<p>Grau de abertura: Nível 02</p>

Fonte: Do autor (2020).

No primeiro momento do encontro, os alunos assistiram a um vídeo da apresentação das barras de aço que foram utilizadas durante a atividade preparatória e a experimental investigativa, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 - Barras de aço ou vergalhões com os diâmetros de 5mm, 6,3mm, 8mm, 10mm e 16mm



Fonte: Do autor (2020).

Após a exibição, os discentes foram convidados a levantar, individualmente, hipóteses para a resolução do problema proposto com a seguinte situação-problema investigativa:



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Durante a execução de uma peça estrutural (pilar/viga) da obra, o mestre de obras constatou que as barras de aço de 16mm tinham acabado, no entanto havia, no canteiro de obra, barras de diâmetro de 8mm. O mestre de obras poderá fazer a substituição das barras de 16mm pelas barras de 8mm? Se for possível, quantas barras serão necessárias para a execução dessa peça estrutural?

As hipóteses iniciais, a anotação das quantidades de barras e as suas justificativas foram descritas no relatório 01.

Relatório 01 - Individual

Nome do aluno:
Descreva as hipóteses iniciais da possibilidade de substituição das barras. Quantidade de barras. Justificativa.
Data:

Fonte: Do autor (2020).

Para melhor interação entre os alunos e também para troca de informações em relação à situação-problema investigativa, ainda solicitamos a elaboração das hipóteses em grupo, que foram registradas no relatório 02.

Relatório 02 - Grupo

Nomes dos alunos:
Descrevam as hipóteses iniciais da possibilidade de substituição das barras. Quantidade de barras. Justificativas.
Data:

Fonte: Do autor (2020).

Em seguida, fizemos uma explanação sobre o peso linear dos materiais utilizados na construção civil. Na sequência, foi realizada, em grupo, a atividade preparatória 1. As



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

anotações dessa prática foram registradas na ficha de atividade preparatória 01.

Atividade preparatória 01

Material utilizado:

Trena, régua, balança, barras de aço (5,00mm, 6,3mm, 8mm, 10mm e 16mm) e folha de registro ou planilha (*Excel*).

Procedimento:

Como essa atividade preparatória 01 precisou ser desenvolvida de forma remota, uma parte do experimento foi demonstrada em vídeo (medição do comprimento e peso das barras de aço de 5mm, 6,3mm, 8mm, 10mm e 16mm) e a outra aconteceu em encontro síncrono *online*. Dessa forma, fornecemos as medições, ficando sob responsabilidade dos alunos a elaboração e a análise dos resultados.

1) Medição das barras de aço:

Os alunos fizeram os registros na ficha de atividade preparatória 01, por meio da elaboração de uma tabela com os diâmetros, pesos, comprimentos, circunferências e pesos lineares das barras de aço, fazendo a transformação de unidades de medidas necessária para a atividade, conforme a Tabela 1.

Ficha de Atividade Preparatória 01

Tabela 1 – Registro das medidas: medir o diâmetro e o comprimento de cada barra de aço.

Pesar as barras de aço. Calcular a circunferência e o peso linear das barras

Diâmetro (cm)	Diâmetro (mm)	Peso (Kgf)	Comprimento (cm)	Comprimento (m)	Circunferência (cm)	Peso Linear (Kgf/m)

Fonte: Do autor (2020).



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Para concluir a atividade preparatória 01, os alunos ainda fizeram um desenho das barras de aço, seguindo os diâmetros previamente medidos. Por fim, propusemos um momento de reflexão, a partir de duas questões que retomavam aspectos da atividade, conforme itens 2 e 3, a seguir.

2) Construção do desenho das barras de aço:

Com a utilização do aplicativo matemático "Geogebra", os alunos fizeram um desenho das barras, de acordo com os diâmetros medidos.

Link de acesso: <https://www.geogebra.org/download>

3) Momentos de reflexões:

- a) O que havia de diferente em cada barra de aço?
- b) Na sua opinião, as diferenças das barras de aço afetariam os cálculos de um projeto estrutural? Como?

Atividade Experimental Investigativa 01

No primeiro momento, os alunos novamente levantaram hipóteses sobre a situação-problema investigativa, para demonstrar a possibilidade de alteração nas hipóteses iniciais elaboradas pelo grupo. Cabe destacar que permaneceu o mesmo grupo composto de seis alunos. Nessa atividade, desenvolvida em formato remoto, as medições também foram feitas pelo professor.

Material utilizado:

Trena, régua, barras de aço (5,00mm, 6,3mm, 8mm, 10mm e 16mm) e folha de registro ou planilha (*Excel*).

Procedimentos:

Com os dados obtidos do experimento 01 (diâmetro, pesos lineares e circunferência) e com os desenhos elaborados por meio do Geogebra, os alunos iniciariam a elaboração da



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Tabela “Seção das áreas das barras de aço”, calculando as áreas de cada barra de aço, para, posteriormente, fazerem a análise dos resultados.

Registro de Informação (percepção de evidências):

Os alunos utilizaram a ficha de atividade para registrar as informações relativas à possibilidade de substituição das barras, à quantidade de barras e às justificativas das respostas da situação-problema investigativa. Assim, a ficha da atividade serviu para os alunos anotarem os valores dos dados obtidos, as hipóteses, as justificativas e as conclusões do grupo, conforme as Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 – Cálculo da equivalência das áreas

Esboçar ou calcular as possibilidades de substituição das barras.

Fonte: Do autor (2020).

Construção da tabela das seções das barras:

Tabela 3 – Cálculo da equivalência das áreas.

Diâmetro (mm)	Diâmetro (cm)	Peso linear (kg/m)	Circunferência (cm)	Área das seções das Barras As (cm ²)			
				1	2	3	4
16							
10							
8							
6,3							
5							

Fonte: Do autor (2020).



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Após o registro dos dados, os alunos tiveram acesso ao texto explicativo (ANEXO A) referente à substituição de barras de aços na execução de obras, o qual foi enviado no Ambiente Virtual de Aprendizagem. Solicitamos que, durante a semana, fizessem a leitura dos textos “Uso e controle do aço para ser usado na obra” e “Troca de diâmetro de barra da armadura” e discutissem seu conteúdo em grupo.

Também pedimos que os alunos, individualmente e em grupo, comparassem as hipóteses iniciais com as informações do texto e com as ideias levantadas pós-experimento, concluindo a respeito da possibilidade ou não da substituição das barras. Por fim, solicitamos que descrevessem a forma utilizada para encontrar a resposta para a situação-problema investigativa.

Relatório Final - Individual

Nome do aluno:
Compare as hipóteses que você levantou inicialmente com as possibilidades levantadas depois dos experimentos a respeito da substituição das barras de aço. Quantidade de barras. Justificativas.
Data:

Fonte: Do autor (2020).

Relatório Final - Grupo

Nomes dos alunos:
Descrevam as hipóteses iniciais acerca da substituição das barras. Comparem as hipóteses que o grupo levantou inicialmente com as possibilidades levantadas depois dos experimentos acerca da substituição das barras de aço. Quantidade de barras. Justificativas.
Data:



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Fonte: Do autor (2020).

3º Encontro

Na segunda atividade experiencial investigativa foram desenvolvidas atividades que visaram levar os alunos a conceituar peso específico e distinguir os materiais de construção em relação ao peso específico. Foram trabalhadas as grandezas físicas, utilizando o cálculo da densidade, e o volume, como conceito da matemática. O encontro com o grupo de seis alunos também aconteceu de forma remota, no Ambiente Virtual de Aprendizagem, por meio de webconferência.

Nessa sequência didática foram desenvolvidas as atividades preparatórias 02 e 03 e a atividade experimental investigativa 02. A seguir, no Quadro 3, apresentamos alguns conceitos específicos (conceituais, procedimentais e atitudinais), os diferentes graus de abertura e a situação-problema investigativa proposta no terceiro encontro.

Quadro 3 - Caracterização da Atividade Experimental Investigativa 02

Sequência didática
Atividade Experimental Investigativa 02
Situação-problema Investigativa: Ao dar início a um projeto estrutural, é necessário fazer o levantamento dos tipos de materiais que serão utilizados na obra e, principalmente, do seu peso específico. Para a composição do concreto, podemos utilizar areia, seixo, argila expandida, brita 0, brita 01 ou os dois tipos de brita. Assim, um Engenheiro Civil, ao dar início ao cálculo de um projeto estrutural, ficou em dúvida em relação ao material (areia, seixo, argila expandida, brita 0, brita 01 ou os dois tipos de brita) a ser empregado em sua futura obra. Em qual desses materiais o engenheiro encontrará o maior ou menor peso específico?
Objetivos específicos: - Diferenciar pesos dos materiais que compõem o concreto. -Compreender a importância dos pesos específicos(densidade) dos materiais de construção civil. - Realizar medidas, construir e analisar tabelas.
Conhecimentos: - Conceituais: Peso específico ou densidade. Medidas de volume e peso. - Procedimentais: Coleta de dados. Realização de medidas. Organização de dados e construção de tabelas. Leitura e análise textual. - Atitudinais: Percepção da importância dos conceitos de física e matemática para solução de situações-problemas investigativas.
Grau de abertura: Nível 02



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Fonte: Do autor (2020).

Os alunos levantaram hipóteses sobre a situação-problema investigativa, primeiro individualmente e depois em grupo, e essas foram descritas na folha de registro, conforme os relatórios 01 e 02:

Ao dar início a um projeto estrutural, é necessário fazer o levantamento dos tipos de materiais que serão utilizados na obra e, principalmente, do seu peso específico. Para a composição do concreto, podemos utilizar areia, seixo, argila expandida, brita 0, brita 1 ou os dois tipos de brita. Assim, um Engenheiro Civil, ao dar início ao cálculo de um projeto estrutural, ficou em dúvida em relação ao material (areia, seixo, argila expandida, brita 0, brita 1 ou os dois tipos de brita) a ser empregado em sua futura obra. Em qual desses materiais o engenheiro encontrará o maior ou menor peso específico?

T1: areia T2: areia e brita 0 T3: areia e brita 1 T4: areia e seixo T5: areia, brita 01 e brita 02 T6: areia e argila expandida

Relatório 01 - Individual

Nome do aluno:
Descreva as hipóteses iniciais sobre os materiais de menor e maior peso específico.
Data:

Fonte: Do autor (2020).



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Relatório 02 - Grupo

Nomes dos alunos:
Descrevam as hipóteses iniciais sobre os materiais de menor e maior peso específico.
Data:

Fonte: Do autor (2020).

Atividade Preparatória 02

Materiais disponíveis:

Cinco recipientes com as dimensões iguais ou Becker 2000ml, copo medidor 350 ml, areia, brita 01, brita 02, argila expandida e balança.

Procedimentos:

Foram medidos 6 copos de cada material (areia, brita 0, brita 1, seixo e argila expandida) e colocados no recipiente ou Becker. No primeiro momento, os alunos observaram as amostras dos agregados com as respectivas medidas (6 de areia, 6 de argila expandida, 6 de brita 0, 6 de brita 1 e 6 de seixo), conforme a Figura 1, identificando qual das amostras tinha o maior e o menor peso.

UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Figura 1 - Amostras com a mesma quantidade de material (A1:areia, A2:brita 0, A3:brita 1, A4: seixo e A5: argila expandida)



Fonte: Do autor (2020).

1) Observar as amostras que contêm os seguintes traços:

A1= 6 de areia A2= 6 de brita 0 A3= 6 de brita 1 A4= 6 de seixo

A5= 6 de argila expandida

Questão para análise:

1) Identifique quais das amostras possuem o maior e o menor peso.

Atividade preparatória 03

Materiais disponíveis:

Cinco recipientes com as dimensões iguais ou Becker 2000ml, areia, brita 01, brita 02, argila expandida e água.

UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Procedimentos:

Foi realizado o “Teste da Lata”: as amostras do experimento 01, conforme demonstrado na Figura 2, foram colocadas em recipiente (Becker) de mesmo tamanho. A seguir, foi adicionado um litro de água em cada recipiente para verificar qual transbordaria por maior quantidade de volume.

Questão para análise:

- 1) Observe e analise o experimento: qual das amostras transbordará por maior volume, ao se adicionar 1 litro de água? Justifique a sua resposta.

Figura 2 - Amostras dos materiais para o experimento 02



Fonte: Do autor (2020).

2) Momentos de reflexões:

- a) Qual a importância de fazer o levantamento dos pesos dos materiais para elaboração do projeto de uma edificação?
- b) Na elaboração do projeto estrutural de um sobrado, considerando o peso, quais materiais você utilizaria? Justifique.

UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Atividade experimental investigativa 02

Materiais disponíveis:

Bandeja metálica, copo medidor, cimento, areia, brita 01, brita 02, argila expandida, água, pá de pedreiro, concha, formas para moldar corpo de prova, trena e balança.

Procedimentos:

Determinar a quantidade de materiais (areia, brita 01, brita 02, seixo, cimento e água), conforme a Figura 3:

Traço 01: 1 copo de cimento e 1 copo e meio de areia 2

Traço 02: 1 copo de cimento e meio copo de areia e um copo de brita 0

Traço 03: 1 copo de cimento e meio copo de areia e um copo de brita 1

Traço 04: 1 copo de cimento e meio copo de areia e um copo de seixo

Traço 05: 1 copo de cimento, meio copo de areia, meio copo de brita 0 e meio copo de brita

Traço 06: 1 copo de cimento, meio copo de areia e copo de argila expandida

Figura 3 - Amostras dos materiais para a Atividade Experimental Investigativa 02

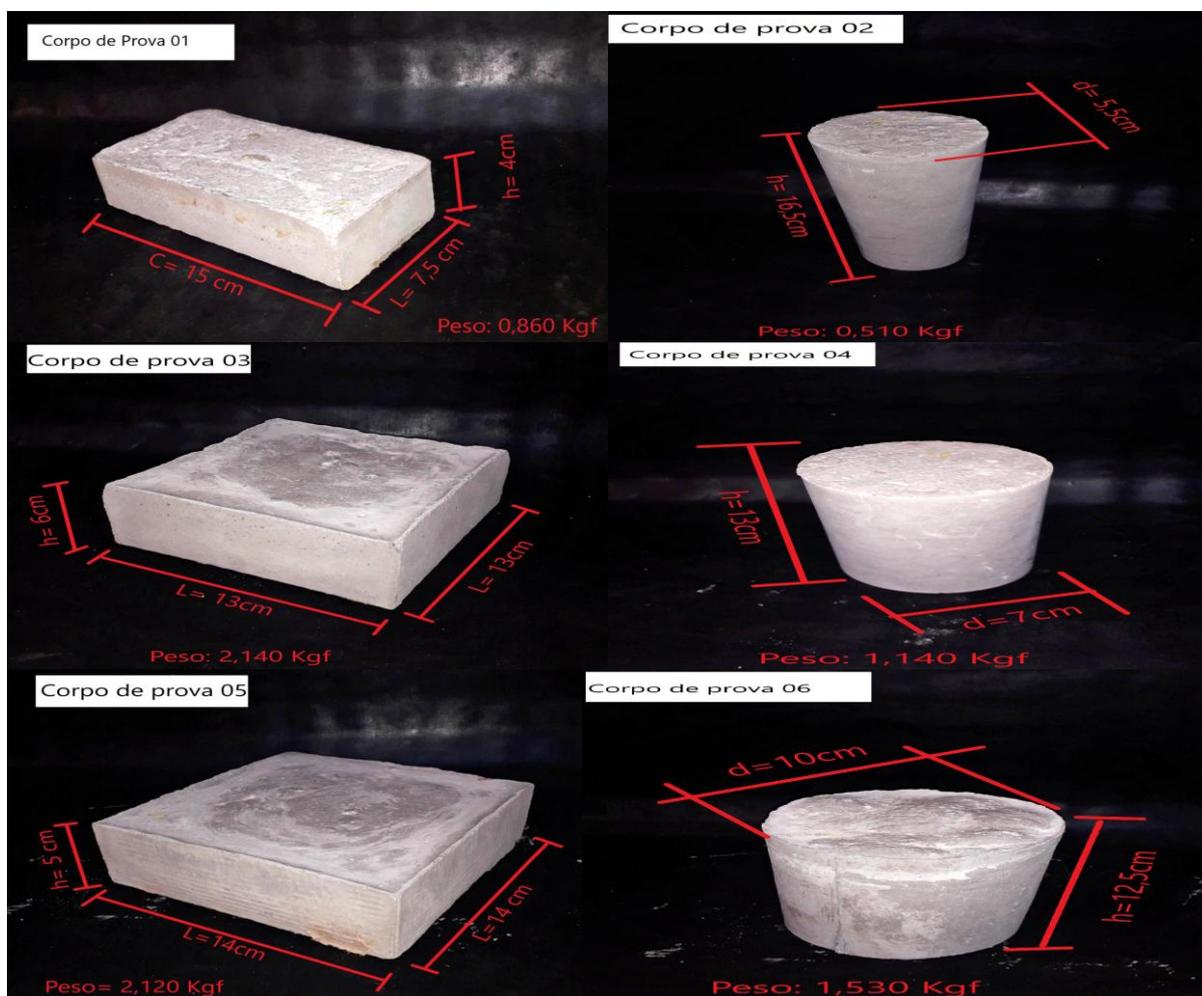


Fonte: Do autor (2020).

UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Após definir as quantidades de materiais, os alunos assistiram a dois vídeos - o primeiro, para mostrar a produção do concreto e da argamassa e a moldagem dos corpos de prova; o segundo para exibir os corpos de prova desmoldados, as medidas e os pesos correspondentes a cada corpo de prova, conforme demonstra a Figura 4.

Figura 4 - Corpos de prova, com as respectivas medidas e pesos



Fonte: Do autor (2020).

Com os dados obtidos da medição (peso, diâmetro, circunferência, raio e altura), os alunos calcularam área, base, volume e densidade (pesos específicos) e registraram todos os valores nas Tabelas 3 e 4.



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Tabela 1 - Registro de dados – Corpo de prova circular

Material	Diâmetro	Unid.	Raio	Unid.	Circunferência	Unid.	Área da Base	Unid.	Peso	Unid.	Peso	Unid.	Volume	Unid.	Peso Específico	Unid.
Corpo de Prova																

Esboçar o corpo de prova com as medidas e descrever o cálculo do volume.

--

Esboçar o corpo de prova com as medidas e descrever o cálculo da área total.

--



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Descrever o cálculo da densidade do corpo de prova.

Resultado da densidade da amostra	
-----------------------------------	--

Fonte: Do autor (2020).

Tabela 2 – Registro de dados - Corpo de prova prismática

Material	Altura	Unid.	Largura	Unid.	Comprimento	Unid.	Peso	Unid.	Volume	Unid.	Peso específico	Unid.
Corpo de Prova												

Esboçar o corpo de prova com as medidas e descrever o cálculo do volume.



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Esboçar o corpo de prova com as medidas e descrever o cálculo da área total.

Descrever o cálculo da densidade do corpo de prova.

Resultado da densidade da amostra.	
------------------------------------	--

Fonte: Do autor (2020).

Com o resultado de todos os pesos específicos das amostras, solicitamos que cada aluno apresentasse o resultado. Assim, organizamos todos os dados recolhidos por meio de uma tabela, possibilitando que todos analisassem os resultados de cada corpo de prova e preenchessem a Tabela 3.

Tabela 3 – Tabela de investigação e possibilidades

Grupo	Corpo de prova	Peso específico		Justificativa	Conclusão
01	01				
	02				
	03				
	04				
	05				
	06				

Fonte: Do autor (2020).



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Momentos de reflexões: em grupo

a) Qual das amostras apresentou o maior peso específico? O que isso significa?

.....

b) Qual das amostras apresentou menor peso específico? O que isso significa?

.....

c) Qual seria a amostra ideal para um projeto estrutural? Por quê?

.....

Na sequência, apresentamos dois textos complementares, intitulados “Cálculo e tabela de pesos específicos” e “Cargas que atuam na estrutura” (ANEXO B), para os alunos levantarem novos dados referentes à proposta da atividade experimental investigativa e, posteriormente, descrevessem novas hipóteses, analisando os resultados encontrados. Em seguida, solicitamos que, de forma organizada, planejada e em grupo, elaborassem o relatório final e o enviassem na sala do Ambiente Virtual de Aprendizagem.

Relatório Final - Individual

Nome do aluno:
Compare suas hipóteses iniciais com as informações dos dois textos e com os resultados dos experimentos.
Data:



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Relatório Final - Grupo

Nomes dos alunos:
Comparem as hipóteses iniciais do grupo com as informações dos dois textos e com os resultados dos experimentos.
Data:

4º Encontro

Nesta sequência didática foi desenvolvida a atividade preparatória 04 e a atividade experimental investigativa 03, com o objetivo de propor aos alunos situações envolvendo pressão.

O Quadro 4, a seguir, demonstra a situação-problema investigativa e os conceitos específicos (conceituais, procedimentais e atitudinais) que foram desenvolvidos durante o terceiro encontro, com o grau de abertura.

Quadro 4 - Caracterização da Atividades Experimental Investigativa 02

Sequência didática
Atividade Experimental Investigativa 03
Situação-problema Investigativa: Temos três amostras de solos coletadas em terrenos de bairros distintos, que apresentam características granulométricas bem diferentes (fina, média e grossa) e três tijolos maciços com dimensões iguais que representam a edificação (prédio, casa, etc.). Ao colocarmos o prédio (tijolo) sobre o solo, qual será sua impressão? E se assentarmos o tijolo em outras posições, as impressões no solo serão modificadas? Em qual



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

(Conclusão)

Sequência didática
Atividade Experimental Investigativa 03
tipo de solo será preciso fazer fundação do tipo profunda para executar a edificação? Todas as respostas terão de ser justificadas
Objetivos específicos: Proporcionar aos estudantes a observação de um fenômeno físico e instigá-los a desenvolverem um processo para construir uma explicação.
Conhecimentos: - Conceituais: Peso por área e Pressão. - Procedimentais: Observação e análise dos fenômenos dos experimentos. Coleta de dados. Realização de medidas. Organização de dados e construção de tabelas. Confronto entre aspectos práticos e explicações teóricas. Leitura e análise textual. Argumentação e justificativas. - Atitudinais: Por meio da observação de fenômenos físicos, validar os conceitos físicos e solucionar a situação-problema investigativa.
Grau de abertura: Nível 02

Fonte: Do autor (2020).

Inicialmente os alunos elaboraram hipóteses para a resolução da investigação de forma individual e, em seguida, em grupo, descrevendo-as nos relatórios 01 e 02. Na etapa seguinte, discutimos o tema “Pressão e tensão nos esforços de um elemento estrutural”, trabalhando uma breve conceituação de pressão e tensão nas estruturas de uma edificação.

Relatório 01 - Individual

Nome do aluno:
Descreva as hipóteses iniciais sobre a impressão do prédio ao solo e em que posição do prédio será preciso executar uma fundação profunda.
Data:



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Relatório 02 - Grupo

Nomes dos alunos:
Descrevam as hipóteses iniciais sobre a impressão do prédio ao solo e em que posição do prédio será preciso executar uma fundação profunda.
Data:

Atividade Preparatória 04

Materiais disponíveis:

Piso/granito, Forro/ madeira, Piso/porcelanato, Telha/ cerâmica, Revestimento parede/ cerâmica, Forro/ pvc Piso/ Emborrachado, trena e balança.

Procedimento:

Após a demonstração dos materiais de construção a serem utilizados na atividade preparatória, exibimos um vídeo demonstrando a medição das dimensões e a pesagem de cada material. Em seguida, os alunos calcularam a área da base de cada material e quantas peças do material seriam necessárias para perfazer uma área de 1 m² na posição horizontal. Os resultados foram anotados na Tabela 1.



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Tabela 1- Registro de dados dos materiais da construção civil

Material	Peso/peça (Kgf)	Área/peça	Peça/m²	Peso/área (Kgf/m²)
Piso/granito				
Forro/ madeira				
Piso/porcelanato				
Telha/ cerâmica				
Revestimento parede/ cerâmica				
Forro/ pvc				
Piso/ Emborrachado				

Fonte: Do autor (2020).

Momentos de reflexões:

- a) Qual a importância de fazer o levantamento dos pesos dos materiais para elaboração do projeto de uma edificação?

.....

- b) Para a elaboração do projeto estrutural de um sobrado, quais materiais você utilizaria? Justifique.

.....

Atividade experimental investigativa 03

Materiais disponíveis:

Três amostras de solo com granulometria diferentes (grossa, media e fina), bandeja metálica, tijolo maciço, trena e balança.

Procedimentos:

Cada amostra de solo foi colocada em uma bandeja, deixando a superfície plana. O tijolo maciço foi pesado e medido, considerando largura, comprimento e altura. Também foram calculadas as áreas do tijolo, conforme a posição em relação à superfície de contato:

UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

com solo em pé, de lado e deitado.

Na sequência, os tijolos foram postos sobre as amostras dos solos nas três posições. Os alunos observaram e anotaram as impressões deixadas nas amostras e qual solo teve maior modificação e em que posição do tijolo.

Devido ao fato de as atividades terem sido desenvolvidas em formato remoto, gravamos vídeos do procedimento e os apresentamos durante o encontro. Com os dados obtidos, os alunos fizeram um croqui dos tijolos com suas respectivas medidas e a tabela “Pressão”, demonstrando os valores da pressão exercida em cada amostra do solo. Em grupo, levantaram as hipóteses, elaboraram e analisaram a nova tabela com os resultados encontrados na investigação.

Figura 1 - Amostras dos solos de acordo com a granulometria: Amostra 01(grossa) Amostra 02(fina) e Amostra 03(média)



Fonte: Do autor (2020).

UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Figura 2 - Imagem do vídeo exibido para apresentação das amostras dos solos e as posições dos tijolos



Fonte: Do autor (2020).

Registro das informações (percepção de evidências):

Para registrar os dados, enviamos aos alunos as tabelas 02 e 03, com as seguintes orientações para resolver o problema proposto:

1. Esboçar a edificação (tijolo) com as suas respectivas posições e medidas.
2. Descrever o cálculo da área de acordo com cada posição.

Observação: A atividade deve ser feita no caderno. Tirar fotos das resoluções e enviá-las para o professor.



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Tabela 2 - Cálculo da tabela - Pressão

Posição/tijol	Peso(Kgf)	Área	Pressão
01			
02			
02			

Fonte: Do autor (2020).

Tabela 3 - Cálculo da tabela - Pressão

Posição/tijolo	Peso(N)	Área	Pressão
01			
02			
02			

Fonte: Do autor (2020).

Feitos os cálculos e preenchidas as tabelas, sugerimos aos alunos a leitura de três textos complementares. O primeiro, com o título “Telhado e outras coberturas de prédios e suas influências no projeto estrutural”; o segundo intitulado “Entendo a função e o dimensionamento de um radier: uma observação estrutural muito interessante sobre hiperestacidade dos prédios de concreto armado”; e, por último, “O auxílio da topografia na Engenharia Estrutural o acompanhamento de recalque (ANEXO C). Depois de lerem os textos, no final da atividade experimental investigativa os alunos emitiram um relatório comparando as hipóteses iniciais, as finais e os textos complementares.



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Relatório Final - Individual

Nome do aluno:
Compare suas hipóteses iniciais, com as informações do texto complementar e com os resultados dos experimentos.
Data:

Relatório Final - Grupo

Nomes dos alunos:
Comparem as hipóteses iniciais do grupo, com as informações do texto complementar e com os resultados dos experimentos.
Data:



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

5º Encontro

Neste encontro foi aplicado o Questionário de Avaliação com tempo de 120 minutos, no Ambiente Virtual de Aprendizagem. Com essa atividade, buscamos verificar se os resultados obtidos durante a prática pedagógica apresentavam indícios de que as atividades experimentais investigativas possibilitam um caminho diferenciado para o ensino dos conteúdos de Estabilidade das Construções. Em vista desse objetivo, o questionário apresentou cinco questões (APÊNDICE B), cujas respostas possibilitaram que analisássemos os conceitos adquiridos após a aplicação das atividades experimentais investigativas.

Resultados obtidos

Analisando os resultados obtidos com a realização da intervenção pedagógica, percebemos que as atividades propostas ajudaram os alunos a elucidar os referidos conteúdos da disciplina Resistência de Materiais. No decorrer da prática desenvolvida pudemos notar, pela ação dos alunos, a sua motivação em realizar as atividades. De forma geral, as atividades experimentais investigativas elaboradas com perspectiva de situação-problema desafiaram os alunos a resolver a questão proposta. Também proporcionaram o desenvolvimento de sua autonomia, pois, no intuito de incentivá-los a propor problemas e hipóteses, realizamos poucas intervenções.

A exploração das atividades experimentais investigativas favoreceu uma maior ação do aluno durante as etapas das práticas, já que ele pôde assumir papel protagonista. Ao mesmo tempo, precisou refletir, discutir e descrever os resultados alcançados durante as simulações. A metodologia explorada ainda possibilitou a interação entre os alunos e o professor, visto que nos processos de ensino e aprendizagem todos os sujeitos envolvidos devem refletir, perguntar, responder e discutir os conteúdos que são abordados.

Assim, analisando os resultados da experimentação investigativa pudemos perceber, claramente, durante as ações dos alunos, a sua motivação, durante os encontros, em descobrir



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

informações para responder à situação-problema investigativa e também para preencher os relatórios, tabelas e, ainda, manipular o aplicativo matemático geogebra.

Além disso, a intervenção promoveu um ambiente de ensino diferenciado, uma vez que aconteceu por meio de encontros síncronos *online*, utilizando aplicativos de comunicação e interação, o que gerou um envolvimento maior do aluno. De acordo com Moran (2013), o uso de tecnologias no processo educacional desafia o professor a assumir novas atitudes, pois, no papel de mediador pedagógico, ele passa a orientar, motivar, planejar e dinamizar as situações de aprendizagem.

Ao finalizar a intervenção pedagógica, destacamos o principal resultado evidenciado nesta proposta diferenciada, qual seja, que a integração das situações-problemas investigativa e as atividades experimentais favoreceu os alunos na elucidação dos conteúdos destacados na disciplina de Estabilidade das Construções. Ressaltamos, ainda, que a mediação da experimentação investigativa como instrumento de ensino tende a despertar a curiosidade e a motivação dos alunos, possibilitando momentos de reflexão e de construção de conhecimento e contribuindo para que eles participem no processo do ensino.

Enfim, por meio das atividades experimentais investigativa, os alunos conseguiram interagir com as situações-problemas investigativas, visto que estavam relacionadas ao contexto do seu cotidiano de estudos no Curso Técnico em Edificações. Esse aspecto contribuiu para que reconhecessem a importância de estudar os conteúdos abordados na disciplina Estabilidade das Construções e sua efetiva aplicabilidade na futura profissão.

Referências

ARAUJO, Denise Lino de. O que é (e como faz) sequencia didática. **Revista Entrepalavras**, [s.l.], v. 3, n. 1, p. 322-334, 2013.

ARAUJO, Mauro Sérgio Teixeira de.; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividade Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s.l.], v. 25, n. 2, 2007.



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

BOTELHO, Manoel Henrique Campos. **Resistência dos Materiais: para entender e gostar**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2013.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos; FERRAZ, Nelson Newton. **Concreto Armado Eu te amo**. 7. ed. São Paulo: Blucher, v. 1, 2013.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos; MARCHETTI, Osvaldemar. **Concreto Armado Eu te amo**. 3. ed. São Paulo: Blucher, v. 2, 2011.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos; MARCHETTI, Osvaldemar. **Concreto Armado Eu te amo vai para a obra**. São Paulo: Blucher, 2016.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de ciências por investigação para implementação em sala de aula** 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2019.

MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro; SUART, Rita de Cassia. As habilidades cognitivas manifestadas por aluno do ensino médio de química em atividade experimental investigativa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s.l.], v. 8, n. 2, 2008.

MASSABNI, Vânia Galindo; ANDRADE, Marcelo Leandro Feitosa de. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Revista Ciência e Educação**, [s.l.], v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011.

MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos T.; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 21. ed. rev. e atual. Campinas: Papirus, 2013.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de Aprendizagem**. 2. ed. ampl. São Paulo: EPU, 2017.

SALTO, Hilton; RAMOS, Ivone Marchi Lainetti. **Física para edificações**. 1. ed. Porto Alegre: Brookman, 2014.

ZABALA, Antônio. **A prática educativa como ensinar**. 1. ed. São Paulo: Artmed. 2010.



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

APÊNDICE A - Questionário de conhecimentos prévios

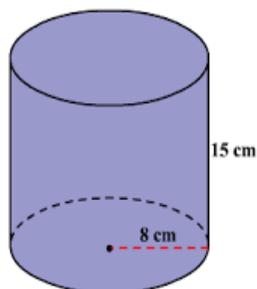
O quadro abaixo demonstra os conceitos abordados nas questões do questionário de conhecimentos prévios, com a respectiva atividade experimental investigativa em que serão trabalhados.

Questões	Analisar os conteúdos	Conteúdos utilizados nas Atividades Experimentais Investigativas
01	Figura geométrica Medidas de superfície e volume Transformação de unidade	Atividade experimental investigativa 01,02 e 03
02	Figura geométrica Medidas de superfície, peso e volume Peso por área – Pressão	Atividade experimental investigativa 03
03	Medidas de superfície, peso e volume Transformação de unidade Peso específico – Densidade	Atividade experimental investigativa 02
04	Medidas de superfície, peso e volume Transformação de unidade Peso específico – Densidade	Atividade experimental investigativa 02
05	Medidas de peso e área Transformação de unidade Peso por área – Pressão	Atividade experimental investigativa 03
06	Medidas das dimensões e peso Pesos lineares	Atividade experimental investigativa 01
07	Medidas das dimensões e peso Pesos lineares	Atividade experimental investigativa 01

Análise dos materiais de construção e dos elementos estruturais, com estudo dos conceitos de física e matemática.

UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

1) Vamos analisar a figura abaixo:

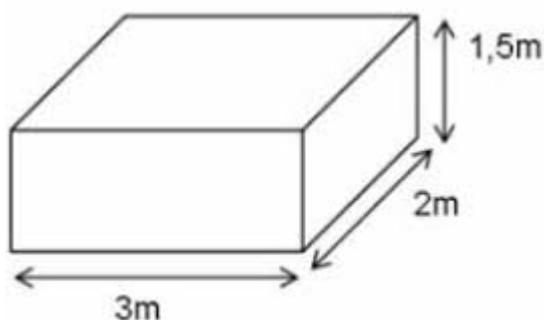


Valor do $\pi = 3,14$

- Qual a forma geométrica que representa a figura?
- A figura apresenta alguma circunferência? Se a resposta for sim, qual é a medida do perímetro dessa circunferência?
- Qual o diâmetro e o raio da figura?
- Qual a altura da figura?
- A figura apresenta superfície lateral e de bases? Se a resposta for sim, qual é a área dessa lateral e das bases, com unidade de medida correspondente?
- Com essas medidas, conseguimos medir o volume da figura? Se a resposta for sim, qual é esse volume com unidade de medida correspondente?
- Na figura foram apresentadas duas medidas em centímetros. Qual o valor em metros?
- Na figura foram fornecidas duas medidas em centímetros. Quais seriam esses valores transformados em milímetros?

UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

2) Vamos analisar o bloco de concreto simples abaixo:



- Que forma geométrica está representada na figura?
- Qual é a área das bases e das laterais desse bloco de concreto simples e também a área total do bloco?
- Qual o volume da caixa de concreto simples em metros cúbicos?.....
- Se for dada a seguinte informação, de que 1 m^3 de concreto simples equivale a 2400 kgf, qual seria o peso total desse bloco em toneladas força?
- Qual será a pressão do bloco concreto simples quando colocado sobre uma superfície plana?.....

3) Qual é a densidade e o tipo de material que apresenta um peso de 2100 Kgf para um volume de 2000 litros? Analisar o quadro abaixo:

.....

Material	Peso específico (kN/m ³)	Peso específico (densidade) Kg/m ³
Granito	27,00	2700
Madeira cedro	5,40	540
Ferro	78,00	7800
Terra apiloadada	18,00	1800



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Material	Peso específico (kN/m ³)	Peso específico (densidade) Kgf/m ³
Madeira Cabreúva	9,80	980
Concreto armado	25,00	2500
Concreto simples	24,00	2400
Madeira angico	10,50	1050
Água	10,00	1000

$$1 \text{ kN/m}^3 = 1000 \text{ Kgf/m}^3$$

4) Qual o peso de uma laje de concreto armado que tem 30 cm de altura, por 5 m de largura e 4,20 m de comprimento, sabendo que o peso específico do concreto armado é de 25,00 kN /m³? É muito peso, se comparado ao peso de um ônibus com cerca de 16 toneladas?

Fonte: Concreto Armado, eu te amo(2013).

.....

.....

.....

5) Qual o peso por área de um assoalho de madeira de tábuas macho e fêmea sobre sarrafões de madeira de lei, incluindo enchimento e laje de concreto, tendo uma área de 110 m² que transmitiu um peso de 314 kN?

Fonte: Concreto Armado, eu te amo(2013).

.....

.....

.....

6) Qual o diâmetro em (**cm**) de uma barra de aço com comprimento de 7,8 m e que pesou 18,75 Kgf? Calcular e analisar o quadro abaixo.

Fonte: Concreto Armado, eu te amo(2013).

.....

.....

.....



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

7) Quanto pesam 3,7 m de uma barra de aço(vergalhão) de diâmetro de 1”? Calcular e analisar o quadro abaixo.

Fonte: Adaptado pelo autor com base no Concreto Armado, eu te amo (2013).

Diâmetro (pol.)	Diâmetro (mm)	Peso linear (Kgf/m) (10 N/m)
3/16”	5	0,16
5/16”	6,3	0,25
1/2 ”	12,5	1
3/4 “	20	2,5
1”	25	4
1 1/4 “	32	6,3

Fórmulas:

V= a.b.c	V= volume	a= comprimento	b= largura	c= altura
At= 2(a.b + ac + bc)	At= área total	a= comprimento	b= largura	c= altura

Ab= π . d² / 4	Ab= área da base	d= diâmetro
Ab= π . r²	Ab= área da base	r= raio
c= 2 . π . r	c= circunferência	
AL= 2 π. r. h	AL= área da lateral	h= altura



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

$V = A_b \cdot h$	V= volume	A_b = área da base	h= altura
$A_t = 2 \cdot A_b + A_L$	A_t = Área total	A_L =área da lateral	

$P = F / A$	P= Pressão	A= área	
-------------	------------	---------	--

$D = m / v$	d= densidade	m= massa	v= volume
$\gamma = P / V$	γ = peso específico	P= Peso	V= volume

$P_A = P / A$	P_A = Peso por área	P=Peso	A= área
---------------	-----------------------	--------	---------

$P_L = P / L$	P_L = Peso Linear	P= Peso	L= comprimento
$P = L \cdot P_L$	P_L = Peso Linear	P= Peso	L= comprimento



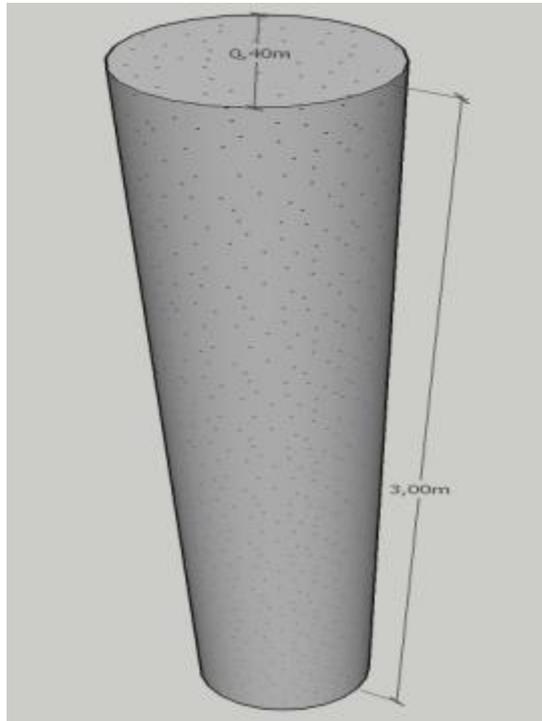
UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

APÊNDICE B - Questionário de avaliação do ensino dos conteúdos

Questões	Analisar ensino dos conteúdos	Conteúdos utilizados nas Atividades Experimentais Investigativas
01	Figura geométrica Medidas de superfície, dimensões e volume Transformação de unidade	Atividades experimentais investigativas 01,02 e 03
02	Figura geométrica Medidas de superfície, dimensões, peso e volume Peso específico - Densidade	Atividade experimental investigativa 02
03	Medidas de superfície, peso e volume Transformação de unidade Peso específico - Densidade	Atividade experimental investigativa 02
04	Medidas das dimensões e peso Pesos lineares	Atividade experimental investigativa 01
05	Medidas de peso e área Transformação de unidade Peso por área – Pressão	Atividade experimental investigativa 03

1) Foi contratado um técnico em edificações para medir as dimensões, quantificar o volume de concreto e a área lateral deste pilar em concreto armado no Bloco C do IFRO-Campus Vilhena, tendo em vista que ele vai receber a pintura.

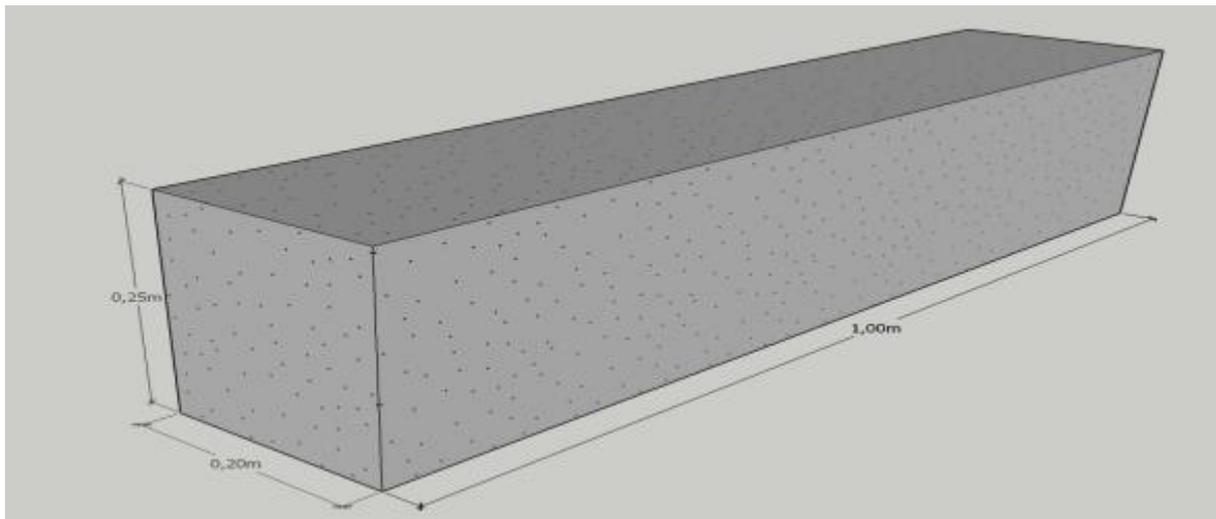
UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO



- Qual a medida da circunferência do pilar? _____.
- Qual a altura do pilar em centímetros? _____.
- Qual a área das bases do pilar, com unidade medida correspondente? _____.
- Qual a medida do diâmetro do pilar em milímetros? _____.
- Qual a medida do raio com unidade medida correspondente? _____.
- Qual o volume de concreto do pilar, com a unidade medida correspondente? _____.
- Qual a área da lateral do pilar a ser pintada, com unidade de medida correspondente? _____.

UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

2) Foi contratado um técnico em edificações para fazer o levantamento das medidas e o peso total em toneladas desta viga baldrame, considerando a densidade (peso específico) do concreto de 2500Kgf/m^3 no Bloco C do IFRO-Campus Vilhena.



- Qual a área da superfície da base da viga de concreto? _____.
- Qual o volume da viga de concreto, com unidade de medida correspondente? _____.
- Peso total da viga de concreto em tonelada força? _____.
- Qual será a pressão da viga baldrame sobre um solo do terreno, em Kgf/m^2 ? _____.

03) Em uma obra, foi solicitado ao técnico em edificações que verificasse as barras de aço colocadas no canteiro de obra. Na nota fiscal constava 126 kgf, com diâmetro $1\frac{1}{4}$ “. Quantos metros havia no canteiro de obra?

UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

04) Qual o peso por área de um revestimento (reboco) argamassa cimento/cal/areia, com peso específico de 2000 Kg/m³ (reboco), sendo que as dimensões da parede em alvenaria são de (3,00x3,00) m, com uma espessura de reboco de 0,005m?

Material	Peso (kN/m ³)	Peso específico (densidade) Kg/m ³
Granito	27,00	2700
Madeira cedro	5,40	540
Ferro	78,50	7850
Terra apiloadada	18,00	1800
Madeira cabreúva	9,80	980
Concreto armado	25,00	2500
Madeira angico	10,50	1050
Água	10,00	1000

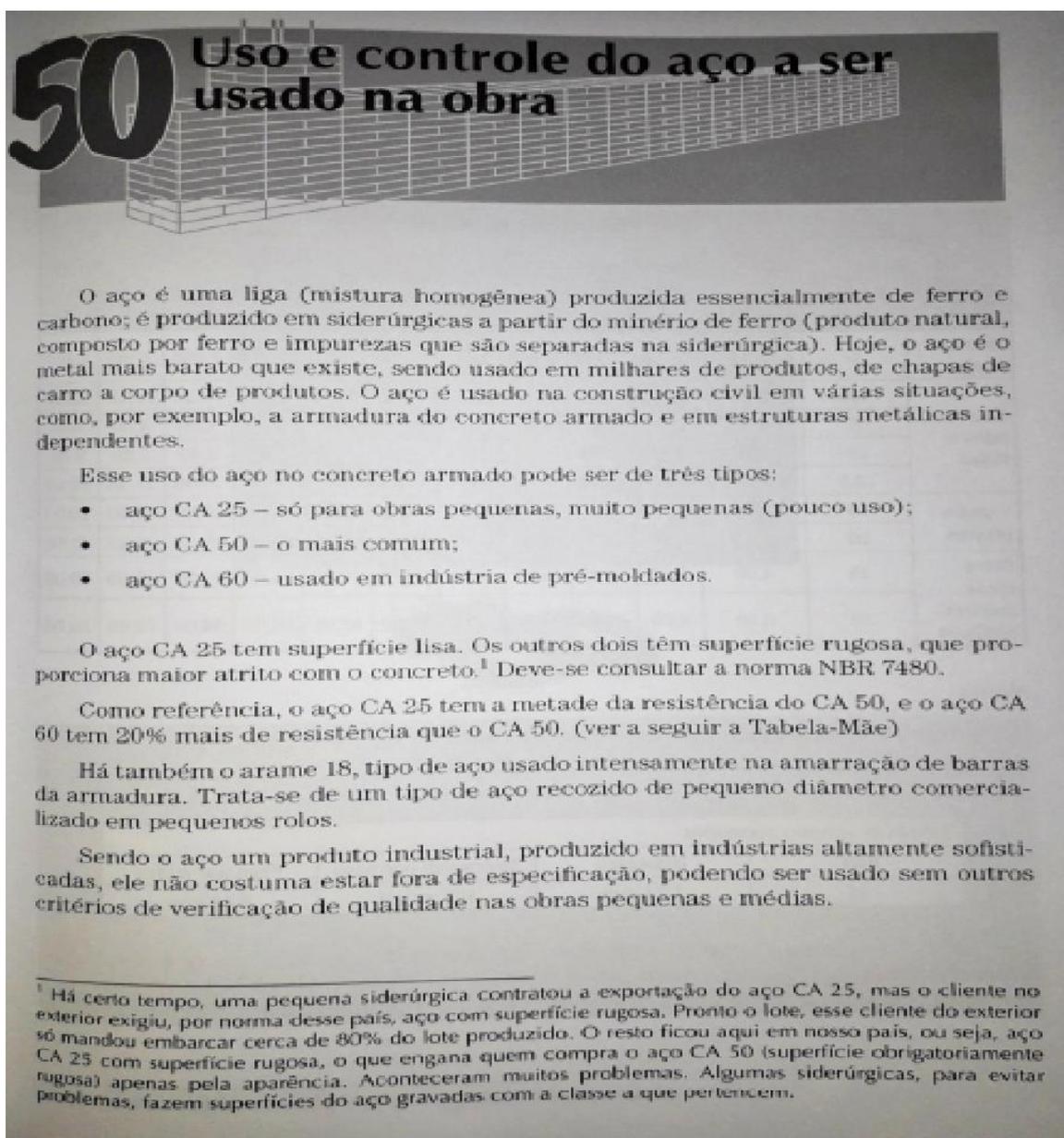
1 kN/m³ = 1000 Kg/m³

Diâmetro (pol.)	Diâmetro (mm)	Peso linear (Kg/m) (10 N/m)
3/16"	5	0,16
5/16"	6,3	0,25
1/2 "	12,5	1
3/4 "	20	2,5
1"	25	4
1 1/4 "	32	6,3

$\gamma = P/v$ $P = \gamma \times V$ $V = P/\gamma$ $PA = P/A$ $P = PA \times A$ $A = P/PA$ $P_{linear} = P/L$
 $L = P/P_{linear}$ $P = L \times P_{linear}$ $A = 3,14 \times D^2 / 4$ $P = A \times \gamma$ $1KN = 1000N$
 $1Mpa = 10 \text{ Kg/cm}^2$ $1N = 0,1Kg$ $1tf = 10KN$ $1Mpa = 1 \text{ N/mm}^2$ $1m^3 = 1000\text{litros}$
 $1Tf = 1000Kg$

UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

ANEXO A – Capítulo do livro técnico-didático utilizado na Intervenção Pedagógica



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

172

Concreto armado eu te amo vai para a obra

Verificando a norma 6118 e normas correlatas, verificamos que o material concreto sofre várias verificações para testar sua qualidade. Ao contrário, o seu parceiro no concreto armado, o aço, é pouco verificado em sua qualidade.

Para grandes e enormes obras, é recomendável, necessário e viável, pelo porte e os custos envolvidos, testar a qualidade do aço a usar e verificar por balanças e medida direta a quantidade de barras de aço entregues na obra.

Notas

O Arame 18 é aplicado somente para amarração de barras.

Seus dados são:

Tabela de arames recozidos			
BWG	Diâmetro	Metragem por peso	Peso por metro
18	1,24 mm	105 m/kgf	9,48 g/m

Para obras de pequeno porte, controlar a qualidade do aço não é economicamente viável. Para obras de porte médio, podemos ou não fazer a verificação da qualidade. Para obras de grande vulto devemos fazer a verificação de sua qualidade.

Arame é aço de menor exigência de qualidade, pois seu uso é secundário, amarrando barras de aço, formas, e com aplicação em outros usos de pequena responsabilidade.

A unidade BWG tem origem inglesa. B vem de Birmingham,² W vem de *wire* (que significa arame), e G vem de *gauge* (que é uma unidade de medida).

Compre o aço pela lista de barras e seu comprimento, que deve constar do projeto estrutural.

10

Os vários tipos de aço e o concreto armado: a Tabela-Mãe Métrica

O concreto armado usa barras de aço (liga de ferro com baixo teor de carbono) em:

- locais onde existe tração e o concreto não resiste;
- na periferia de pilares, reduzindo a seção do mesmo. Os pilares trabalham à compressão e então não precisaríamos usar armadura, mas a norma manda colocar um mínimo de aço;
- em estribos que amarram a estrutura e ajudam a deixar os aços longitudinais na posição desejada;
- eventualmente, em outras posições, como as vigas duplamente armadas, reforçando a viga.

Existem, no mercado brasileiro de aço, aços dos tipos:

Tipo de aço (classe)	Resistência média estatística f_{yk} Vale para tração e compressão	Resistência média estatística dividida pelo coeficiente de segurança 1,15 $f_{yk}/1,15$
CA25 só da categoria A (superfície lisa)	2.500 kgf/cm ²	2.170 kgf/cm ²
CA50 só da categoria A (superfície rugosa)	5.000 kgf/cm ²	4.350 kgf/cm ²
CA60 só da categoria B (superfície rugosa)	6.000 kgf/cm ²	5.220 kgf/cm ²



Antigamente, existia o aço CA50 B, hoje fora da norma. Não usar esse aço exatamente por estar fora de norma, embora ainda seja fabricado por algumas laminadoras.

UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

As bitolas comerciais mais comuns das barras de aço em milímetros e sua correspondência em polegadas são:

mm (diâmetro)	5	6,3	8	10	12,5	16	20	22,2	25
" (polegada)	3/16	1/4	5/16	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1

A barra de diâmetro 5 mm só é usada para estribos e só existe na categoria CA60.

Para aço de armadura principal de lajes, vigas e pilares, o diâmetro mínimo da norma é de 6,3 mm.

Para pilares, o diâmetro mínimo do aço longitudinal é de 10 mm (item 18.4.2.1 da NBR 6118).

A norma fixa critérios de uso dos vários diâmetros.

O aço CA25 tem superfície lisa e é usado só em pequenas obras, embora possa ser usado em qualquer obra.

Os aços CA50 e CA60 têm superfície rugosa ver item 8.3.2 da NBR 6118.

As barras de aço são fornecidas ou em barras de 11 metros de comprimento ou em rolos.^(*)

O aço categoria A permite seu corte por fogo e para o da categoria B não se recomenda essa prática.

Usa-se nas obras, para amarrar barras, o arame, que é um tipo de aço. O arame mais usado é o n. 18. Disse-nos um velho construtor: "O arame é o produto mais democrático da obra. Usa-se para tudo e nunca sobra".

Para melhorar a aderência das barras tracionadas, pode-se dobrar a extremidade das barras. Surgem os ganchos. Há uma tendência atual de não usar ganchos nas barras tracionadas, embora permitido pela norma. A norma não permite ganchos em barras comprimidas.

Vamos entender, num exercício numérico, a resistência dos aços.

Seja uma carga vai ser levantada por barras de aço de concreto armado, a carga é de 8.300 kgf. Admitamos que usaremos o aço CA50 e com o diâmetro de 10 mm. Quantas barras teremos de usar?

Como vamos usar o aço CA50 barra de 10 mm de diâmetro, esta tem uma superfície de $0,8 \text{ cm}^2$. O aço CA50 resiste a uma carga de 4.350 kg/cm^2 .

Admitindo um coeficiente de segurança na carga de 1,5, a carga de dimensionamento vira $8.300 \times 1,5 = 12.450 \text{ kgf}$.

A área necessária de resistência é de $12.450/4.350 = 3 \text{ cm}^2$

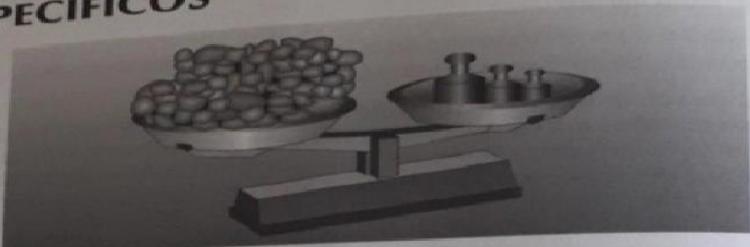
Como a barra de 10 mm tem área de $0,8 \text{ cm}^2$, precisamos usar quatro barras.

(*) Barras com diâmetro de até 10 mm são cortadas no canteiro da obra, com tesouras manuais. Barras com diâmetros maiores são cortadas com máquinas movidas à eletricidade (2 CV).

ANEXO B – Capítulo do livro técnico-didático utilizado na Intervenção Pedagógica

20 Concreto Armado Eu Te Ajudo

1.2 CÁLCULO E TABELA DE PESOS ESPECÍFICOS



Todos sabemos que peças de vários materiais de igual volume podem ter pesos desiguais, ou seja, uns têm maior densidade (peso específico) que outros.

Associam-se, neste curso, como conceitos iguais, densidade e peso específico, que para efeitos práticos é a relação entre peso e o volume (divisão entre peso e volume de uma peça).

Assim, peças de ferro pesam mais que peças do mesmo tamanho de madeira.

O índice, que mede o maior peso por unidade de volume, chama-se peso específico (densidade) (símbolo γ).

Assim, se tivermos uma peça que meça um metro de largura, por um metro de comprimento, por um metro de altura, ela pesará os seguintes valores, conforme for feita de:

Material	Peso específico γ (kN/m ³)	Peso específico γ (kgf/m ³)
Granito	27,00	2.700
Madeira cedro	5,40	540
Ferro	78,50	7.850
Terra apiloadada	18,00	1.800
Madeira cabreúva	9,80	980
Concreto armado	25,00	2.500
Concreto simples	24,00	2.400
Angico	10,50	1.050
Água	10,00	1.000

1 kN/m³ = 100 kgf/m³

A fórmula que relaciona peso específico (γ), peso (P) e volume (V) é:

$$\gamma = \frac{P}{V} \quad \text{ou} \quad P = \gamma \times V \quad \text{ou} \quad V = \frac{P}{\gamma}$$

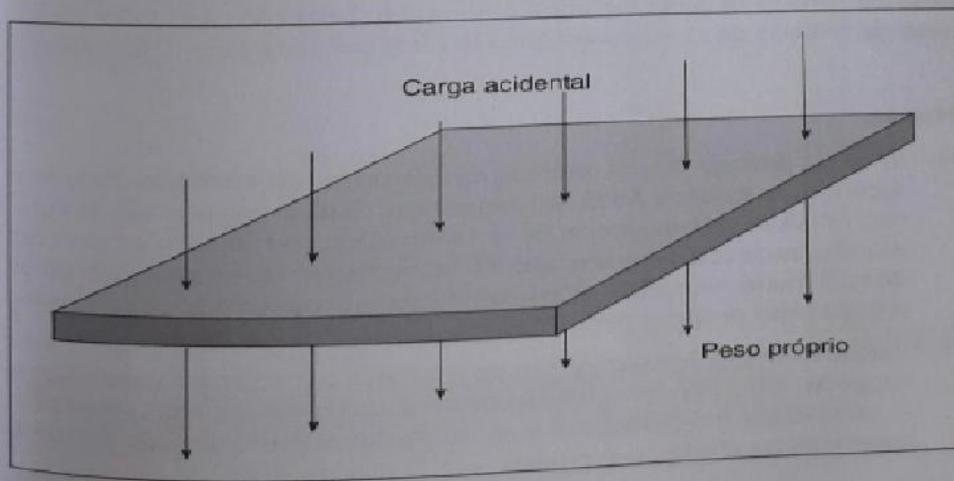
16

As cargas que atuam nas edificações

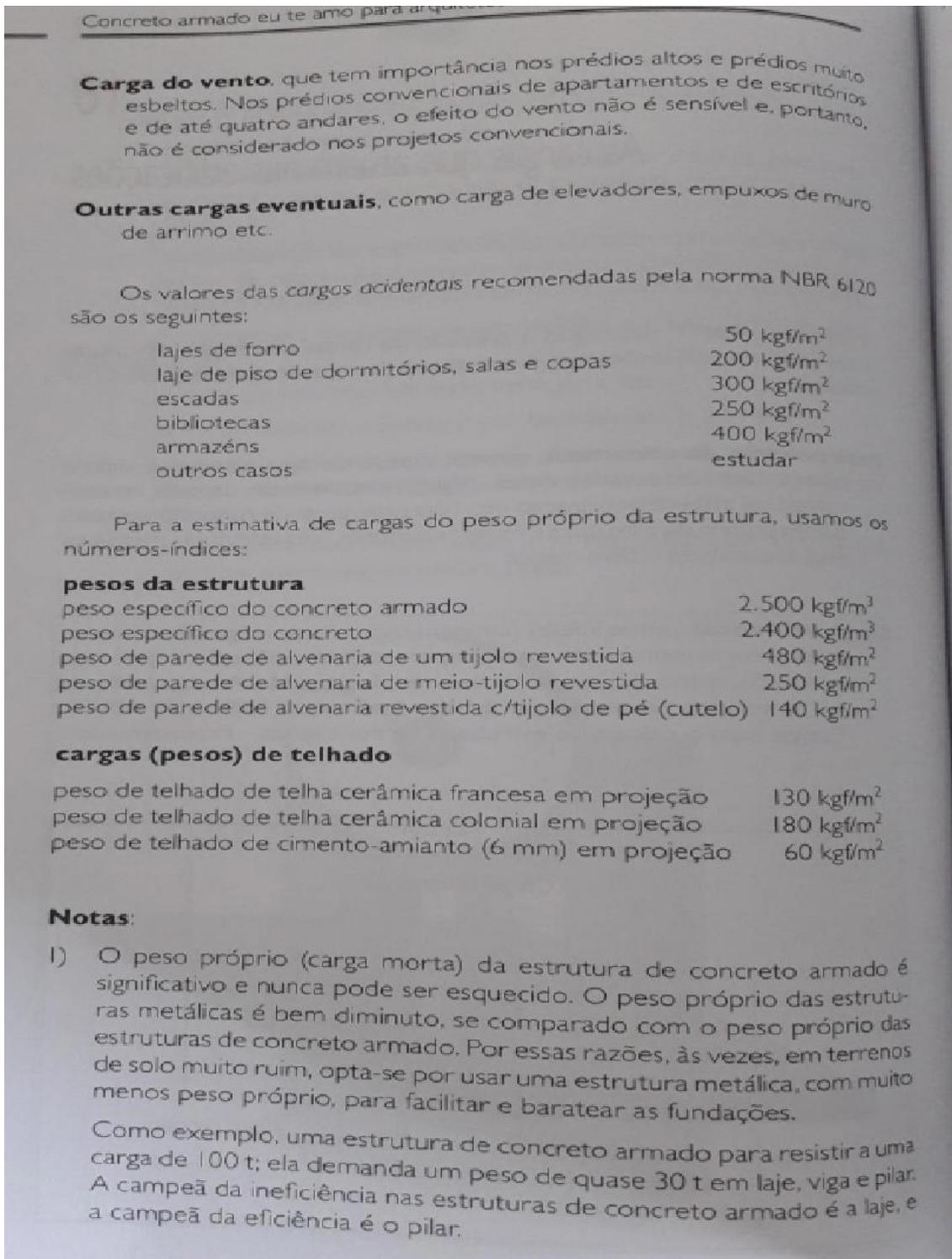
A norma da ABNT que regula a previsão de cargas de projeto estrutural (NBR 6120) de edificações prevê que atuem as seguintes cargas (pesos) nas edificações:

Peso próprio da estrutura, ou seja, o peso de: lajes, alvenarias, vigas e pilares, além de escadas, caixa-d'água, revestimentos de piso, revestimento de impermeabilização etc. Nas estruturas de concreto armado, o *peso próprio* da estrutura é *muito importante*. Nas estruturas metálicas, essa *importância é bem menor*.

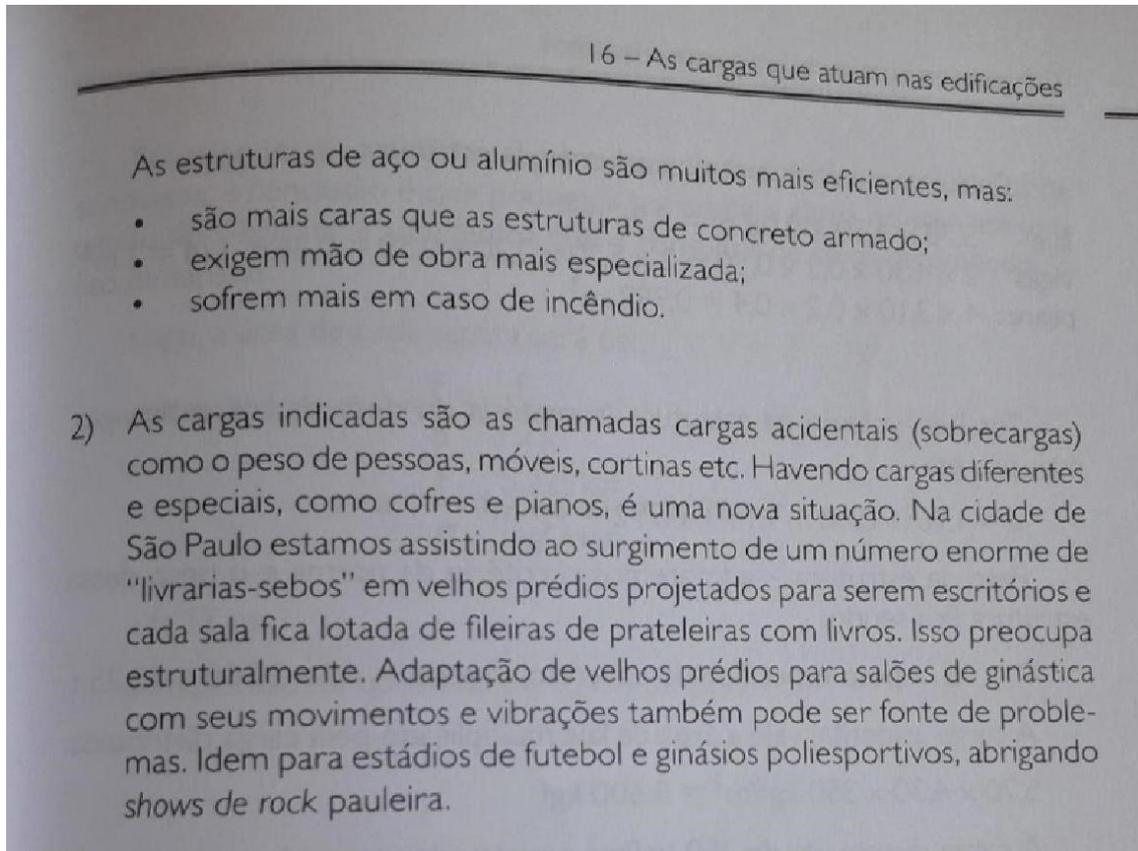
Carga acidental (nome infeliz) (também chamada de carga útil, sobrecarga etc.), correspondendo à carga que entra na edificação depois dela construída, como móveis, cortinas, utensílios e gente. A carga acidental ocorre sempre perpendicular às lajes (ver norma NBR 6120 ABNT). "Cargas para o cálculo de estruturas de edificações – Procedimento".



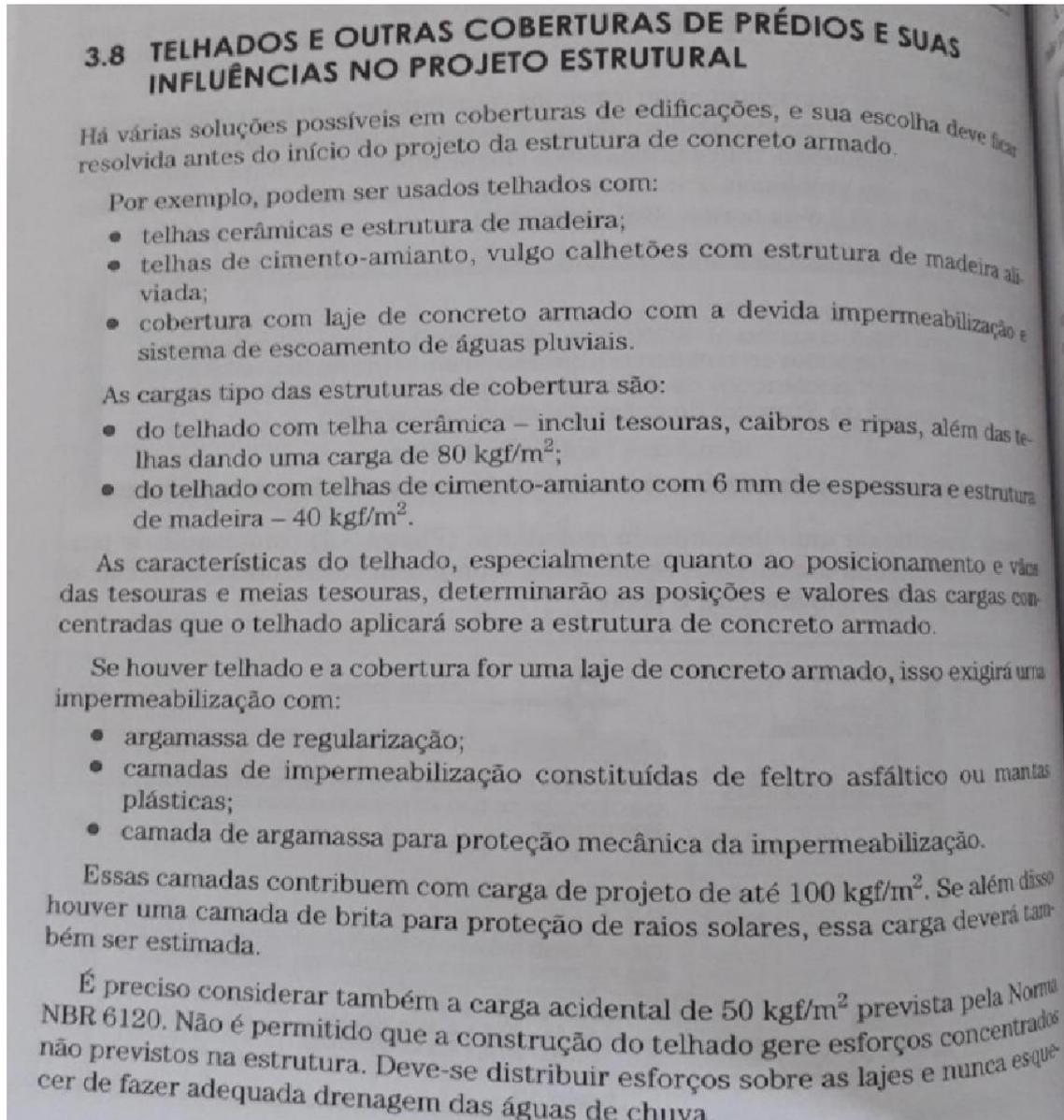
UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO



ANEXO C – Capítulo do livro técnico-didático utilizado na Intervenção Pedagógica



Com o tempo, sempre alguma telha – de barro ou de cimento amianto – trinca. Se não for repostada, entrará alguma umidade que fará com que a estrutura de madeira de suporte comece a se deformar e depois apodrecer. Com isso, as telhas saem de sua posição e permitem a entrada de mais água. Rapidamente e num processo auto-acelerado, a estrutura do telhado começa a ceder, e a água a entrar no prédio com danos à pintura, danos à saúde etc. Um bom projeto predial começa com um bom projeto de telhados.

A Norma NBR 6118/ 2007 é bem cautelosa quanto ao efeito deletério do acúmulo não previsto de água. Devem ser observados os itens: 11.4.1.3, 7.2.1 e 7.2.3.

NOTA 8

O maior inimigo das edificações é a entrada de umidade não prevista, que pode danificar o madeiramento do telhado e pinturas, além de criar um ambiente propício ao desenvolvimento de microrganismos, tornando o ambiente insalubre.

Combater a entrada de água é criar condições ótimas de preservação das edificações e melhorar sua utilização. Lajes de cobertura substituindo telhados, mesmo com impermeabilização, não são solução brilhante. Com o tempo, a impermeabilização se vai e o concreto deixa passar a água.

Tabela de dados de projeto para telhados

Telha	Inclinação mínima	Quantidade por m ²	Peso em projeção kg/m ²
Francesa	25%	24	90
Coloniais	25%	16	120
Fibrocimento	5%	-	30

(*) Incluso a armação de madeira.

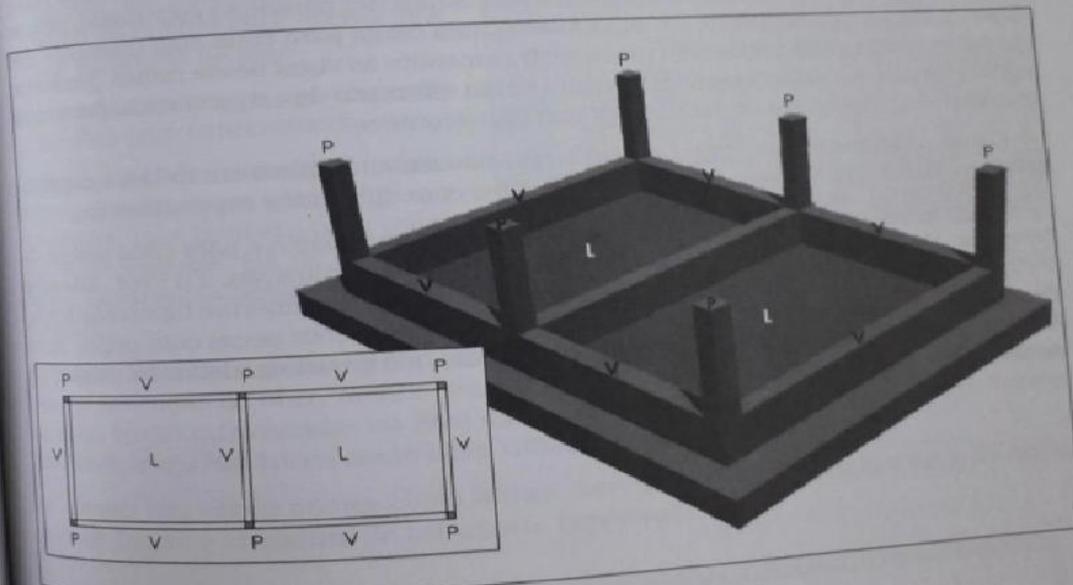
5.10 ENTENDENDO A FUNÇÃO E O DIMENSIONAMENTO DE UM RADIER. UMA OBSERVAÇÃO ESTRUTURAL MUITO INTERESSANTE SOBRE A HIPERESTATICIDADE DOS PRÉDIOS DE CONCRETO ARMADO

Um agradecimento à memória do Professor Aderson Moreira da Rocha

Chama-se de radier um tipo de fundação direta (portanto, uma fundação rasa) em que toda a carga de uma edificação se apoia via seus pilares em vigas e uma placa (laje) de concreto armado que por sua vez se apoia no solo³.

De certa maneira, as vigas, laje e reação do terreno de fundação são uma imagem especular (invertida) do conjunto carga acidental, lajes, vigas e pilares.

Veja-se o esquema estrutural a seguir:



Esse tipo de fundação é para solos fracos e deseja-se, com o radier, distribuir toda a carga da edificação na maior área possível. A área do radier corresponde à área em planta da edificação excluídas as partes em balanço.

³ Existe também a alternativa dos pilares se apoiarem diretamente na laje radier sem as vigas de distribuição. Não trataremos desse caso.

Não se esqueça de, nas especificações de obra, indicar que antes de concretar o radier deve-se colocar os componentes hidráulicos e elétricos. Numa obra usando o radier ocupando toda a área do terreno depois de pronto, descobriu-se que a instalação da descida do para-raios para fazer o “terra”, teria que furar o radier. Isso poderia ter sido evitado se tivesse sido feito antes da concretagem.

NOTA

O uso da fundação tipo radier é para terrenos planos.

O radier pode servir como contrapiso do andar mais baixo da edificação.

Um importante aspecto estrutural é relatado no livro do Prof. Aderson Moreira da Rocha, *Novo Curso Prático de Concreto Armado*, v. II, 14. ed., p. 248.

Mostra o grande mestre carioca de engenharia estrutural que ao considerar o radier uma laje reagindo com o solo e recebendo deste uma reação vertical por hipótese, com cargas uniformemente distribuídas, surge um paradoxo estrutural, pois as vigas do radier transmitirão aos seus pilares uma carga para cima algo diferente das cargas verticais para baixo com que o pilar transmite às vigas desse radier. Teríamos assim nos pilares uma carga vertical para baixo diferente da carga vertical para cima transmitida pelas vigas do radier. Por que isso acontece?

É que na estrutura as cargas (para baixo) não são uniformes em toda a sua projeção horizontal. Há escadas, caixas-d’água, lajes com diferentes espessuras etc.

Como aceitar esse paradoxo estrutural de cargas para baixo e para cima serem diferentes. E o equilíbrio dos pilares, como fica? Há uma explicação, e o Prof. Aderson explica. A estrutura de concreto armado de um prédio tem enorme hiperestaticidade, ou seja, uma quantidade enorme de vínculos e amarrações peças com peças. Essa hiperestaticidade redistribuirá as cargas do prédio, e o paradoxo deixa de existir, ou deixa de ter maior expressão.

