

Camargo

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITECNICA

Cadeira n° 1

CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL E CÁLCULO VECTORIAL

PRIMEIRA E SEGUNDA PARTES

Professor Catedrático:

DR. J.O. MONTEIRO CAMARGO

CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL

I - Variáveis

- 1 - Números reais e complexos.
- 2 - Noções sobre conjuntos lineares.

II - Função de uma variável

- 3 - Função de uma variável. Generalidades.
- 4 - Convergência. Limites. Limites de função:
 - a) - de variável natural. Seqüências. Séries numéricas.
 - b) - de variável real. Propriedades. Infinitésimos. Infinitos.
- 5 - Continuidade. Continuidade uniforme.
- 6 - Derivadas e diferenciais. Propriedades.
- 7 - Teoremas fundamentais do cálculo diferencial. Valor de expressões que se apresentam sob forma indeterminada. Fórmulas de Taylor e de Mac-Laurin. Termo complementar.
- 8 - Funções definidas por séries.
- 9 - Integrais definidas.

*Recebido em
26.3.1946*

- 10 - Integrais indefinidas. Pesquisa de primitivas. Métodos de integração.
- 11 - Integrais generalizadas.

III - Função e derivadas de função

de mais de uma variável:

- 12 - Noções sobre conjuntos não lineares.
- 13 - Função de mais de uma variável. Limites. Continuidade.
- 14 - Derivadas e diferenciais parciais e totais. Derivadas numa direção. Gradiente. Divergente. Rotacional.
- 15 - Função composta. Função homogênea.
- 16 - Teorema do valor médio. Fórmulas de Taylor e de Mac-Laurin. Termo complementar.
- 17 - Funções implícitas. Existência. Derivadas, diferenciais.
- 18 - Aplicações:
 - a) - máxima e mínima.
 - b) - teoria do contato.
 - c) - linhas planas: pontos singulares, assíntotas.
 - d) - linhas: tangente, retificação, diferencial do arco, curvatura.
 - e) - áreas e volumes calculáveis por integrais simples.
 - f) - envoltórias.
 - g) - transformações, mudança de variáveis.

IV - Equações diferenciais:

- 19 - Equações diferenciais ordinárias e isoladas.
- 20 - Sistemas de equações diferenciais ordinárias.
- 21 - Equações de derivadas parciais.

V - Integrais de função de mais de uma variável:

- 22 - Integrais dependentes de um parâmetro. Continuidade.
- 23 - Derivação e integração das integrais definidas.
- 24 - Integrais duplas. Integração repetida. Mudança de variáveis.

- 25 - Integrais de linha. Lema de Gauss. Diferenciais totais.
- 26 - Integrais triplas e múltiplas.
- 27 - Integrais de superfície. Teoremas de Gauss, Green e Stokes.
- 28 - Integrais múltiplas e generalizadas.
- 29 - Aplicações:
 - a) - áreas e volumes.
 - b) - baricentros.

VI - Funções analíticas:

- 30 - Função no campo complexo. Generalidades. Limites. Continuidade.
- 31 - Função holomorfa. Derivada. Transformações conformes. Transformações.
- 32 - Integral. Teorema fundamental. Fórmula de Cauchy.
- 33 - Séries. Séries de Taylor e Laurent. Teorema dos resíduos. Avaliação de integrais definidas.
- 34 - Série de funções.
- 35 - Funções meromorfas e inteiras.
- 36 - Aplicações.

VII - Séries trigonométricas:

- 37 - Série de Fourier. Aplicações.

CÁLCULO VECTORIAL

I

- 1 - Vector. Produto de um vector por um número real. Expressões lineares de vectores. Adição de vectores. Subtração.
- 2 - Multiplicações de vectores. Produto escalar e vectorial. Produto mixto. Duplo - produto vectorial. Representação cartesiana. Axialidade.
- 3 - Equações e sistemas de equações vectoriais algébricas. Ternos recíprocos de vectores. Aplicações geométricas.
- 4 - Sistemas de vectores ligados a pontos. Noções sobre campos

vectoriais.

- 5 - Transformações lineares de vectores complanares. Componentes simétricas.

II

- 6 - Vector - função de um número real. Limite. Proposições Gerais. Continuidade.
- 7 - Derivadas e diferenciais. Propriedades. Fórmulas de Taylor e de Mac-Laurin. Termo complementar.
- 8 - Aplicações geométricas: estudo das linhas.
- 9 - Vector - função de mais de um número real. Limite. Continuidade. Derivadas e diferenciais. Fórmulas de Taylor e de Mac-Laurin.
- 10 - Aplicações geométricas: estudo das superfícies.
- 11 - Transformações lineares.
- 12 - Campos escalares. Função de ponto. Derivadas e Diferenciais.
- 13 - Gradiente. Integral de linha.
- 14 - Campos vectoriais. Função de ponto. Derivadas e Diferenciais.
- 15 - Rotacional.
- 16 - Divergente.
- 17 - Campos escalares e vectoriais. Operadores de segunda ordem.
- 18 - Integrais.
- 19 - Teoremas de Gauss, Green e Stokes.
- 20 - Aplicações.

Observações: - Este programa é previsto para dois anos de estudo. Normalmente, a matéria separa-se pelos números 20 de "Cálculo Diferencial e Integral" e 6 de "Cálculo Vectorial".

Aprovado pelo C.T.A.
e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 2

GEOMETRIA ANALÍTICA E PROJETIVA

Professor designado:

DR. NELSON DA SILVEIRA LEME

AS COORDENADAS

I - Introdução:

Elementos impróprios. Operações projetivas. Formas de primeira, segunda e terceira espécies.

II - Coordenadas nas formas fundamentais de primeira espécie:

- 1 - Abscissa dos pontos sobre uma reta.
Relação simples de três pontos.
- 2 - Relação anarmônica de quatro pontos. Propriedades da relação anarmônica. Caso harmônico.
Invariança da relação anarmônica por substituições lineares. Par que separa harmonicamente dois outros.
- 3 - Coordenadas tangentes nos feixes de raios e de planos.
Relação anarmônica de quatro elementos de um feixe.
- 4 - Propriedades projetivas da relação anarmônica.
- 5 - Coordenadas projetivas nas formas da primeira espécie.

III - Coordenadas no plano pontilhado:

- 6 - Coordenadas cartesianas no plano. Teorema das projeções ortogonais. Distância entre dois pontos no plano.
- 7 - Transformação das coordenadas. Coordenadas polares.

Relações entre coordenadas polares e cartesianas.

- 8 - Noções gerais sobre o conceito de coordenadas.
Coordenadas bipolares e elípticas.

IV - Equações das curvas planas em geral:

- 9 - Equação da reta, do círculo, da elipse, da hipérbole e da parábola.
- 10 - Equações paramétricas de uma curva; senóide, tangentóide, curva esponencial, ciclóide, conchóide, cissóide e catenária.
- 11 - Equações em coordenadas polares; leniscata, espirais e outros lugares geométricos. Equações polares de uma cônica em relação a um de seus focos.
- 12 - Curvas algébricas e transcendentais e propriedades gerais.

V - Estudo particular das equações lineares como representantes de retas:

- 13 - Equação reduzida. Significação dos coeficientes. Coeficiente angular. Condições de paralelismo e de ortogonalidade.
- 14 - Ponto de encontro de duas retas. Condições para que três pontos estejam alinhados; área do triângulo; área de um polígono qualquer.
- 15 - Forma normal da equação de uma reta. Distância de um ponto a uma reta.
- 16 - Ângulos de duas retas. Feixe de retas.
- 17 - Coordenadas cartesianas homogêneas de pontos no plano. Coordenadas homogêneas de retas. Noções sobre as coordenadas projetivas gerais no plano e nas formas de segunda espécie.
- 18 - Elementos imaginários nas formas de segunda espécie. Retas isotrópicas e pontos cíclicos.

VI - Coordenadas cartesianas no espaço:

- 19 - Cosenos diretores. Ângulo de duas direções. Transformações de coordenadas.
- 20 - Direção normal a duas direções dadas. Distância entre dois pontos no espaço.
- 21 - Coordenadas cilíndricas e polares e suas relações com as

cartesianas.

VII - Equações das superfícies e das
curvas no espaço em geral:

- 22 - Equação de um plano. Equações das superfícies em geral.
- 23 - Cônes, cilindros, superfícies de rotação e de translação, conóides, superfícies regradas em geral e superfícies helicoidais.
- 24 - Representação analítica das curvas. Equações paramétricas. Hélice circular e outros exemplos.
- 25 - Superfícies algébricas e transcendentais e propriedades gerais.

VIII - Estudo particular das equações lineares como representantes de planos:

- 26 - Paralelismo de dois planos. Ponto de encontro de uma reta com um plano.
- 27 - Condições para que quatro pontos estejam em um plano. Plano passando por três pontos. Volume do tetraedro.
- 28 - Equação normal do plano. Cosenos diretores das normais a um plano. Distância de um ponto a um plano.
- 29 - Ângulo de dois planos. Planos perpendiculares.
- 30 - Feixe de planos. Estrela de planos.

IX - Equações das retas no espaço:

- 31 - Equações gerais e equações reduzidas da reta. Cosenos diretores da reta.
- 32 - Equações normais da reta. Ângulo de duas retas. Condições de paralelismo e ortogonalidade de duas retas.
- 33 - Condições de coplanaridade de duas retas. Mínima distância entre duas retas. Distância de um ponto a uma reta.

X - Coordenadas cartesianas homogêneas e coordenadas projetivas de pontos e de planos no espaço:

- 34 - As coordenadas cartesianas homogêneas no espaço. Noções sobre as coordenadas projetivas gerais no espaço. Elementos

imaginários no espaço.

- 35 - Lei de dualidade no espaço, no plano e na estrela.

GEOMETRIA PROJETIVA

XI - Projetividade entre formas de primeira espécie pelo método analítico:

- 36 - Equação de uma projetividade entre duas formas de primeira espécie, distintas ou superpostas. Elementos unidos.
- 37 - Involuções. Par comum a duas involuções. Involução ortogonal. Par ortogonal de uma involução de raios.

XII - Homografia entre duas formas de segunda espécie:

- 38 - Equação de uma projetividade entre duas formas de segunda espécie, distintas ou superpostas. Homografia e reciprocidade.
- 39 - O problema dos elementos unidos e a equação $D(p) = 0$. Homologia plana. Homologia harmônica.
- 40 - Noções sobre a afinidade, a semelhança e a congruência.

XIII - A Polaridade plana:

- 41 - Reciprocidade involutória. Polaridade plana. Elementos conjugados e autoconjugados. Involuções subordinadas.

XIV - Homografia no espaço:

- 42 - Equação de uma projetividade entre duas formas de terceira espécie. Homografias e reciprocidades.
- 43 - Elementos unidos de uma homografia. Noções sobre as homografias axial, biaxial e homológica. Noções sobre a afinidade, a semelhança e a congruência.

XV - Polaridade e sistemas nulos no espaço

- 44 - Reciprocidade involutória. Sistema polar e sistema nulo.

- 45 - Elementos conjugados e autoconjugados. Involução e polaridade subordinadas.

AS CÔNICAS

XVI - Polaridade em relação a uma cônica:

- 46 - Equação geral de uma cônica. Caso geral e singular.
- 47 - Polaridade em relação a uma cônica. Polo e polar. Elementos conjugados. Involuções subordinadas.
- 48 - Cônica como lugar de pontos e cônica envoltória de suas tangentes. Equação tangencial.
- 49 - Pontos internos e externos, retas secantes e não secantes. Primeiras propriedades métricas de uma cônica. Classificação: elipse, hipérbole e parábola.
- 50 - Centro, diâmetros, assíntotas e eixos de uma cônica. Redução à forma normal da equação de uma cônica.

XVII - Geração projetiva das cônicas:

- 51 - Teorema de Steiner sobre a geração projetiva de uma cônica. Teorema de Pascal e de Brianchon. Teorema de Sturm.

XVIII - Propriedades focais das cônicas:

- 52 - Focos e diretrizes. Propriedades focais angulares e propriedades focais segmentárias.

AS QUÁDRICAS

XIX - Propriedade projetiva das quádricas

- 53 - Equação geral de uma quádrlica. Polaridade em relação a uma quádrlica. Quádrlicas singulares. Cônes e cilindros de segundo grau, como quádrlicas.
- 54 - Quádrlicas gerais como lugar de pontos e como envoltória de seus planos tangentes. Equação tangencial.
- 55 - Polos e planos polares. Elementos conjugados e autoconjugados. Seção de uma quádrlica por um plano não autoconjugado. Seções de uma quádrlica pelos seus planos tangentes.

- 56 - Involução das tangentes conjugadas em torno de um ponto da quádrlica. Retas de uma quádrlica.
- 57 - Quádrlicas com pontos elípticos e quádrlicas com pontos hiperbólicos. Quádrlicas regradadas e suas propriedades projetivas.

XX - Propriedades métricas das quádrlicas:

- 58 - Classificação das quádrlicas. Elipsóide, os hiperbolóides e os parabolóides.
- 59 - Centro, planos diametraes, direções principais, diâmetros e eixos de uma quádrlica.
- 60 - Redução à forma canônica em eixos ortogonais. Os invariantes ortogonais. Quádrlicas de revolução.

Aprovado pelo C.T.A.
e pela Congregação.

Im vigor 26. 3. 1946

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 3

GEOMETRIA DESCRITIVA E APLICAÇÕES

Professor designado:

DR. PEDRO MOACYR DO AMARAL CRUZ

MÉTODOS DE REPRESENTAÇÃO

I - Introdução

- 1 - Projeção central. Projeções cilíndricas: oblíqua e ortogonal. Projeção cotada. Perspectiva axonométrica.

II - Projeções cilíndricas

- 2 - Representação do ponto, da reta e do plano. Problemas gráficos fundamentais.
- 3 - Problemas métricos. Perpendicularismo. Paralelismo. Distâncias. Ângulos.
- 4 - Rotação de uma figura.
- 5 - Rebatimento de uma figura.
- 6 - Mudança dos planos de projeção.
- 7 - Representação dos poliedros
- 8 - Seção dos poliedros.
- 9 - Interseção dos poliedros.
- 10 - Sombras do ponto, da reta, do plano (figura plana) e de um poliedro.

III - Projeção central - Perspectiva

- 11 - Representação do ponto da reta e do plano.

- 12 - Representações de figuras do geometral. Métodos das distâncias. Dos pontos de fuga.
- 13 - Paralelismo. Ortogonalidade. Distâncias. Ângulos. Problemas gráficos.
- 14 - Representação das figuras do espaço. Métodos das alturas.
- 15 - Representação dos poliedros.
- 16 - Problemas de geometria perspectiva.
- 17 - Traçado das sombras em perspectiva central.

IV - Axonometria

- 18 - Axonometria oblíqua. Representação do ponto, da reta e do plano
- 19 - Axonometria ortogonal. Relações gráficas e numéricas.
- 20 - Perspectiva cavaleira.
- 21 - Traçado das sombras em perspectiva axonométrica.

V - Projeção cotada

- 22 - Representação do ponto, da reta e do plano. Problemas gráficos.
- 23 - Ortogonalidade. Paralelismo. Distâncias. Ângulos.
- 24 - Rebatimento. Passagem da projeção cotada para o sistema de Monge.

ESTUDO DESCRITIVO DAS CURVAS E DAS SUPERFÍCIES

- 25 - Propriedades e teoremas fundamentais das curvas.
- 26 - Propriedades e teoremas fundamentais das superfícies.
- 27 - Representação das superfícies cônicas. Planos tangentes. Seção. Interseções.
- 28 - Representação das superfícies cilíndricas. Planos tangentes. Seção. Interseções.
- 29 - Representação da esfera. Planos tangentes. Seção. Cone e cilindro circunscritos.

- 30 - Representação das superfícies de revolução. Planos tangentes. Superfícies circunscritas.
- 31 - Estudo de sombras de uma superfície.

Aprovado pelo C.T.A.
e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 4

MECÂNICA RACIONAL

Professor designado:

DR. PAULO ARAUJO CORRÊA DE BRITO

I - Introdução

- 1 - Definições. Movimento absoluto. Movimento relativo.

II - Cinemática

a) - Velocidade

- 2 - Movimento de um ponto. Composição de velocidades.
- 3 - Movimentos simples de um sólido. Translação e rotação em torno de um eixo fixo.
- 4 - Movimento de um sólido paralelamente a um plano fixo. Movimento de uma figura plana em um plano.
- 5 - Movimento de um sólido em torno de um ponto fixo. Movimento geral de um sólido. Expressão da velocidade de um ponto do sólido.
- 6 - Exercícios sobre a composição geral de rotações e translações e sobre o movimento de uma figura plana em seu plano; sobre a determinação cinemática das tangentes e normais às curvas planas.

b) - Aceleração

- 7 - Aceleração no movimento de um ponto.
- 8 - Aceleração no movimento relativo.
- 9 - Aceleração no movimento de uma figura plana em seu plano. Determinação cinemática dos centros de curvatura.

III - ESTÁTICA

a) - Introdução - Conceitos e teorias fundamentais

- 10 - Princípios fundamentais da mecânica. Massa. Fôrça. A estática. A dinâmica. Homogeneidade.
- 11 - Trabalho das fôrças. Função de fôrças. Superfície de nível.
- 12 - Atração Universal. Equações de Laplace e Poisson. Atração sôbre um ponto material distante.

b) - Equilíbrio

- 13 - Equilíbrio de um ponto material livre. Ponto sôbre uma superfície fixa. Ponto sôbre uma curva fixa.
- 14 - Sistemas de pontos materiais. Equilíbrio de um sólido livre. Casos particulares da distribuição de fôrças.
- 15 - Equilíbrio de um sólido sujeito a ligações.

c) - Geometria das massas

(1a. Parte): baricentros

- 16 - Determinação dos centros de gravidade de vários sólidos.

d) - Sistemas de figura variável

- 17 - Equilíbrio do polígono funicular. Aplicações.
- 18 - Equilíbrio de um fio flexível. Catenária.

e) - Estática Geral - Estática Analítica

- 19 - Princípio dos trabalhos virtuais. Equação geral da estática. Aplicações.
- 20 - Equilíbrio das máquinas simples.

IV - DINÂMICA DO PONTO

a) - Introdução - Teoremas Gerais

- 21 - Equações diferenciais do movimento de um ponto material. Teoremas gerais.

b) - Caso de movimento retilíneo

- 22 - A força é proporcional à distância a um centro fixo. Movimento vibratório simples e amortecido.
- 23 - A força é inversamente proporcional ao quadrado da distância.
- 24 - Movimento dos graves no vazio e no ar.

c) - Caso de movimento curvilíneo

- 25 - Movimento de projéteis no vazio.
- 26 - Movimento de projéteis no ar. Curva balística.

d) - Movimento devido a força central

- 27 - Propriedades do movimento. A força é função de distância a um centro fixo.
- 28 - Caso de atração newtoniana. Movimento dos planetas. Leis de Kepler.

e) - Gravitação Universal

- 29 - Questões elementares de Mecânica Celeste e Física.

f) - Pêndulos

- 30 - Movimento de um ponto sobre uma curva. Equações diferenciais. Pêndulo simples.
- 31 - Pêndulo cicloidal. Propriedades.
- 32 - Movimento de um ponto sobre uma superfície. Equações diferenciais. Pêndulo esférico.

g) - Movimento relativo

- 33 - Movimento dos graves, perturbado pela rotação da Terra.

- 34 - Teoria do pêndulo simples, tendo em conta a rotação da Terra. Experiência de Foucault.

V - DINÂMICA DOS SISTEMAS

a) - Geometria das massas (2a. Parte):

momentos de inércia

- 35 - Teoria dos momentos de inércia.
36 - Momentos de inércia de vários sólidos.

b) - Teoremas gerais

- 37 - Teorema das quantidades de movimento ou do movimento do centro de gravidade. Teorema do momento cinético. Casos particulares. Teorema das áreas.
38 - Teorema das forças vivas. Teorema da energia.
39 - Teoremas gerais no movimento relativo.

c) - Dinâmica do sólido

- 40 - Movimento de um sólido em torno de um eixo fixo. Pêndulo composto.
41 - Movimento de um sólido em torno de um ponto fixo.
42 - Teoria do Giroscópio. Aplicações.
43 - Movimento de um sólido livre. De um sistema de sólidos.

d) - Dinâmica Geral - Dinâmica Analítica

- 44 - Princípio d'Alembert. Equação geral de dinâmica.
45 - Equações de Lagrange. Equações canônicas do movimento.

e) - Pequenos movimentos

- 46 - Teoria dos pequenos movimentos.

f) - Percussões

- 47 - Teoria das percussões.

VI - HIDROMECAÂNICA

a) - Hidrostática

- 48 - Equações gerais de equilíbrio dos fluidos.
49 - Fluido animado de movimento de rotação.
50 - Equilíbrio dos corpos flutuantes. Equilíbrio da atmosfera.
51 - Equilíbrio e estabilidade dos aeroplanos.

b) - Hidrodinâmica

- 52 - Equações gerais do movimento dos fluidos. Movimento permanente.

PARTE PRÁTICA - EXERCÍCIOS

I - Cinemática

- 1 - Exercícios sobre a composição dos movimentos.
2 - Exercícios sobre a aceleração no movimento de um ponto.
3 - Exercícios sobre o movimento de rotação de um sólido em torno de um eixo fixo.
4 - Exercícios sobre a composição das rotações.
5 - Exercícios sobre o movimento de uma figura plana no seu plano.
6 - Exercícios sobre o traçado cinemático das normais e tangentes às curvas planas.
7 - Exercícios sobre a determinação do eixo instantâneo de rotação e escorregamento no movimento geral de um sólido.
8 - Exercícios sobre a composição das acelerações no movimento relativo. Aceleração complementar.
9 - Exercícios sobre a determinação cinemática dos centros de curvatura.

II - Estática

- 10 - Exercícios sobre a composição e decomposição de forças no

plano e no espaço, os binários e os momentos das forças.

- 11 - Exercícios sobre a determinação gráfica e analítica das condições de equilíbrio de figuras planas e de sólidos, sob a ação de forças dadas.
- 12 - Exercícios sobre a determinação gráfica e analítica das condições de equilíbrio das linhas funiculares.

III - Dinâmica do ponto

- 13 - Exercícios sobre o movimento de um ponto material livre, o movimento retilíneo dos graves e o movimento dos projéteis.
- 14 - Exercícios sobre o movimento produzido por forças centrais.
- 15 - Exercícios sobre o movimento de um ponto material sobre uma curva fixa.
- 16 - Exercícios sobre o movimento de um ponto material sobre uma superfície fixa.
- 17 - Exercícios sobre o movimento de um ponto material em relação a um sistema de comparação móvel.

IV - Dinâmica dos sistemas

- 18 - Exercícios sobre a determinação dos momentos de inércia.
- 19 - Exercícios relativos ao movimento dos sistemas, com aplicações dos teoremas gerais da Mecânica.
- 20 - Exercícios sobre o movimento de um sólido em torno de um eixo fixo.
- 21 - Exercícios sobre o movimento de um sólido em torno de um ponto fixo.
- 22 - Exercícios sobre o movimento relativo de um sólido em relação a um sistema de comparação móvel.

Aprovado pelo C.T.A.
e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 5

FÍSICA GERAL

PRIMEIRA E SEGUNDA PARTES

Professor Catedrático:

DR. LUIZ CINTRA DO PRADO

I - Ótica Geométrica

- 1 - Sinopse dos fenômenos óticos. Raio de luz. Luz monocromática; raia D. Revisão das leis gerais da propagação. Velocidade e índice. Poder refletor.
- 2 - Alguns prismas especiais e suas aplicações. Refratometria. (§) Caminho ótico. Princípio de Fermat.
- 3 - Dioptro esférico. Sistemas centrados; questões gerais. Espaço objeto e espaço imagem; correspondência homográfica. Aumento linear transversal e longitudinal. Aumento angular. Pontos cardeais. Equação de Helmholtz-Lagrange; relação entre as distâncias focais.
- 4 - Associação de sistemas óticos; posição dos elementos cardeais do sistema resultante. Sistemas afocais. Associação de lentes delgadas; oculares compostas.
- 5 - (§) Lentes espessas e delgadas; pontos cardeais. Noções sobre as aberrações de Seidel; compensações.
- 6 - (§) Diafragmas e pupilas; sistemas telecêtricos.
- 7 - Objetiva simples com diafragma. Luminosidade duma objetiva. Objetivas fotográficas. Teleobjetivas. Aparelhos de projeção.
- 8 - Ólho humano esquemático. Acomodação. Aumento visual de lupas e oculares. Oculares positivas e negativas. Noções sobre defeitos visuais; lentes de óculos.
- 9 - Microscópio composto; focalização e projeção da imagem. Vários aumentos. (§) Objetivas de imersão. Campo escuro. Ultramicroscopia. Microfotografia.
- 10 - Lunetas; aumento visual. Luneta astronômica. Círculo de Ra-

msden. Luneta de Galileu. Veiculos das lunetas terrestres. Analatismo; objetiva com lente analática. (§) Estereoscopia.

- 11 - Fontes de luz. Classificação dos espectros. Aparelhos dispersivos. Dispersão normal. Raias fundamentais; poder dispersivo.
- 12 - Aberrações cromáticas das lentes. Combinações acromáticas de lentes delgadas.

II - Elementos de Mecânica Física

- 13 - Movimentos simples dum ponto material. Velocidade e aceleração. Velocidade angular. Diagramas cartesianos relativos ao movimento dum ponto.
- 14 - Fôrça e massa. Princípios fundamentais da dinâmica. Fôrças de inércia.
- 15 - Momentos duma fôrça. Binários. Fôrças relativas a uma rotação.
- 16 - Quantidade de movimento; impulso. Trabalho; casos especiais. Potência média e instantânea.
- 17 - Centro de massa dum sistema de pontos materiais. Caso de distribuições contínuas de massas. Proposições relativas ao centro de massa.
- 18 - Atrito de escorregamento. Cone de imobilidade. Questões simples de atrito.
- 19 - Energia cinética. Teorema das fôrças vivas. Dinâmica da rotação. Noções sobre volante. Questões gerais sobre energia cinética.
- 20 - Casos elementares de choques.
- 21 - Elementos sobre equilíbrio dum corpo; condições gerais. De terminação das reações dos obstáculos.
- 22 - Deformações elásticas e permanentes. Lei de Hooke para tração e compressão simples. Coeficiente de Poisson. (§) Esforços por variação de temperatura e por mudança de estado.
- 23 - Variações da aceleração da gravidade. Desvio da vertical. Reduções de medidas à gravidade normal.

III - Mecânica dos fluidos

- 24 - Pressão. Lei fundamental da hidrostática. Unidades de pressão. Centro de pressão. Lei de Arquimedes, para um ou mais fluidos. (§) Tração nas paredes de tubos plenos. Resultante radial nas curvas.

- 59 - Idem com fluxo contínuo de água.
- 60 - Medida duma fôrça eletromotriz, com potenciômetro.
- 61 - Experiências com um galvanômetro de quadro móvel.
- 62 - Determinação das características estáticas dum triodo.
- 63 - Medidas simples de radioatividade.
- 64 - Experiências com oscilógrafo eletrônico.
- 65 - Estudo de pares termo-elétricos.
- 66 - (§) Comparação de self-indutâncias, com a ponte de Kohlrausch.
- 67 - (§) Experiências com um galvanômetro de quadro móvel, em condições balísticas.
- 68 - (§) Estudos de circuitos oscilantes.
- 69 - Experiências de piezo-eletricidade; ultra-sons.
- 70 - (§) Experiências de eletro-acústica.
- 71 - (§) Estudo experimental de descargas através de gases.

NORMAS GERAIS

- A) - Sendo bienal o curso desta cadeira, o programa das preleções relativas ao segundo ano principia na parte VII. A ordem de exposição não será obrigatoriamente a da numeração deste programa; eventualmente, algum assunto da primeira parte poderá ser transferido para a segunda. Os itens precedidos do sinal (§) correspondem a assuntos considerados não essenciais, cujo desenvolvimento ficará subordinado ao dos demais e poderá ser feito no fim de cada ano letivo.
- B) - As aulas de exercício terão por principal objeto a resolução e discussão de problemas e questões práticas, em correspondência com os assuntos tratados nas preleções. Compreenderão, eventualmente, recapitulação de alguns assuntos versados em cursos anteriores.
- C) - Nas aulas de Laboratório os alunos realizarão, individualmente, tanto quanto possível, trabalhos práticos, tendo por objeto medidas físicas ou verificações de leis. Farão aplicações imediatas dos ensinamentos referidos na parte IV (Medidas) e exercitar-se-ão muitas vezes em operações genéricas simples, tais como: medidas geométricas, cálculos com régua logaritmica, construção de diagramas, manejo de oculares micrométricas, cronometria, etc.. Sem prejuízo de outras experiências, que poderão ser propostas conforme o aparelhamento disponível, os trabalhos práticos serão escolhidos dentro da lista acima.

Aprovado pelo C.T.A.
e pela Congregação.

- 25 - Barômetros, manômetros e vacuômetros. Redução das leituras à coluna de mercúrio normal.
- 26 - Mistura de gases, títulos; caso da atmosfera. Difusão dos gases nos líquidos; lei de Henry.
- 27 - (§) Rarefação dos gases. Alto vácuo. Bombas de difusão; bombas moleculares. Manômetros especiais.
- 28 - Filete. Vazão. Regimen permanente. Teorema de Bernoulli; discussão e aplicações. Efeito Bernoulli nos gases; efeito Magnus.
- 29 - escoamento dos líquidos reais; perda de carga. Regimens laminar e turbilhonar. Viscosidade. Equação de Poiseuille. Número de Reynolds; valor crítico. Diâmetro das canalizações e tipo de regimen.
- 30 - Corpos em movimento nos fluidos. Relações entre a resistência e a velocidade. (§) Sustentação aerodinâmica. Polar dum aerofólio; finura.
- 31 - Tensão superficial. Capilaridade. (§) Fórmula de Laplace; aplicações. Sistemas laminares. Gotas.

IV - Medidas

- 32 - Medidas diretas e indiretas. Erros. Sensibilidade dum instrumento ou dum método. Erro presumível numa medida indirecta. (§) Séries de observações; aplicações da lei de Gauss.
- 33 - Tabelas; interpolações. Construção de diagramas com escalas métricas e funcionais. Pesquisa de relações de interdependência. Anamorfoses. (§) Ajustamentos. Método dos mínimos quadrados.
- 34 - Sistemas de unidades. Sistemas MKS, CGS e técnico; relações de equivalência. Fórmulas dimensionais. Previsão e verificação de fórmulas. (§) Noções sobre semelhança física e experiências com modelos reduzidos.
- 35 - Metrologia. Padrões. Legislação metrológica brasileira.

V - Estados físicos e termologia

- 36 - Fluidos e sólidos. Estrutura cristalina. Variáveis de estado. Corpo, grandeza e equação termométricos. Escalas lineares. Termómetro de gás perfeito; temperatura absoluta. (§) Termômetros e pirômetros.
- 37 - Calor sensível e latente. Capacidade térmica. Métodos calorimétricos. Resultados gerais sobre calores específicos e sobre calores de mudança de estado.
- 38 - Condução do calor em meio homogêneo. Regimen permanente.

Equação de Fourier; casos particulares. Lei de Newton sobre resfriamento. Transmissão do calor através duma parede, entre dois recintos. Camadas isolantes.

- 39 - Leis gerais dos gases perfeitos; crítica. Mol.
- 40 - Isotermas de um fluido. Constantes críticas. Vapor e gás; continuidade dos estados líquido e gasoso. Equilíbrio vapor-líquido. Pressão de equilíbrio, densidades. (§) Equação de Van der Waals. Vapor supersaturante; líquido tenso. Equação reduzida. Lei dos estados correspondentes.
- 41 - Higrometria. Condensação e evaporação da umidade por variação de volume e de temperatura. (§) Temperatura efetiva do ar; zonas de conforto. Problemas relativos ao condicionamento do ar.
- 42 - Equilíbrio líquido-sólido. Ponto de fusão e pressão; densidades. Cristalização. Sobrefusão. Sublimação. Diagrama pressão-temperatura para um corpo puro; ponto tríplice. Alotropia.

VI - Questões básicas da Termodinâmica

- 43 - Transformações e ciclos. Primeiro princípio. Determinação do equivalente mecânico da caloria. Princípio dos estados inicial e final.
- 44 - Transformação elementar. Trabalho na expansão dum gás. Lei de Joule sobre a energia interna dum gás. Calores específicos dos gases; relação de Mayer.
- 45 - Trabalho e calor nas transformações simples dos gases perfeitos; isócara, isóbara, isoterma. Transformação adiabática.
- 46 - Reversibilidade das transformações. Ciclo de Carnot com gases perfeitos. Teorema de Carnot. Rendimento do ciclo. Temperatura termodinâmica.
- 47 - Extensão do teorema de Carnot; entropia. Segundo princípio da termodinâmica. Vários enunciados. Rendimento máximo dum máquina térmica. Degradação da energia. Primeiras aplicações do segundo princípio. Energia utilizável. Noção de equilíbrio termodinâmico.
- 48 - Agitação térmica das partículas dum corpo. Movimento browniano. Conceito cinético de temperatura e de pressão. Equipartição da energia média das partículas. (§) Teoria cinética e interpretação das leis gerais relativas aos gases. Equação de Van der Waals.

VII - Oscilações em geral

- 49 - Fenômenos periódicos. Oscilação harmônica; representações:

gráfica, vectorial e complexa. Dinâmica do movimento senoidal; energia. Oscilações elásticas e pendulares.

- 50 - Oscilação pseudo-harmônica, amortecida exponencialmente. Decremento. Ponto material sujeito a uma força elástica e uma resistência viscosa. Movimento aperiódico. (§) Extensão aos casos análogos de rotação; balanças e galvanômetros.
- 51 - Oscilações forçadas dum ponto material. Fator de amplificação. Ressonância aguda e frouxa. Aplicações. (§) Impedância mecânica. Amortecedores.
- 52 - Composição de oscilações escalares ou de mesma direção. Regra de Fresnel; influência da defasagem. Casos de frequências quasi iguais. Teorema de Fourier; casos importantes. Oscilações moduladas.
- 53 - Composição de oscilações ortogonais. (§) Análise das figuras de Lissajous; aplicações.
- 54 - Propagação dum abalo numa direção. Equação característica da propagação. Caso de oscilações periódicas; comprimento de onda. Propagação tridimensional. Variação da amplitude, sem e com absorção; lei exponencial de Lambert.
- 55 - Leis da reflexão e da refração dos fenômenos ondulatórios. Concordância e oposição de fase na reflexão.
- 56 - Generalidades sobre interferências. Ondas estacionárias; nós e ventres. Exemplos e aplicações.
- 57 - (§) Efeito Doppler-Fizeau; aplicações.

VIII - Eletrostática

- 58 - Campos vectoriais; massa ou carga. Linhas de força. Fluxo. Trabalho potencial. Campo uniforme; exemplo da gravidade.
- 59 - Campos newtonianos. Campo e potencial devidos a uma carga ou massa concentrada. Caso de várias cargas; caso de distribuição contínua. Teorema de Gauss. Equações de Poisson e de Laplace.
- 60 - Eletrização. Constituição sumária dos átomos. Fenômenos eletrostáticos. Isolantes. Lei fundamental de Coulomb. Propriedades gerais dos condutores. Elementos correspondentes. Teorema de Coulomb; pressão eletrostática. Influência.
- 61 - Distribuição da electricidade. Campo e potencial devidos a uma esfera e a um plano uniformemente carregados. Cavidades; blindagens. (§) Problema geral da Eletrostática.
- 62 - Condensadores: várias formas usuais. Materiais isolantes; constante dielétrica; polarização. Rigidez dielétrica. Associação de condensadores.

- 63 - Energia dada distribuição de cargas. Forças eletrostáticas. Densidade da energia num campo. (§) Instrumentos de medidas eletrostáticas.

IX - Corrente elétrica

- 64 - Vários tipos de corrente elétrica. Condutores ôhmicos. Variação da resistividade. Resistências em série e em paralelo. Shunts e multiplicadores. (§) Condutores não ôhmicos; curva característica.
- 65 - Efeito Joule. Fios, bitolas usuais; capacidade de condução. (§) Noções sobre a teoria eletrônica dos metais.
- 66 - Circuitos elétricos. Força electromotriz e contra-electromotriz. Lei de Ohm generalizada. Leis de Kirchoff; aplicações.
- 67 - Resistores e reostatos. Circuitos de pontes; aplicações. Potenciômetro. Ohmômetro.
- 68 - Condução da eletricidade nos líquidos. Leis de Faraday. Carga de electron. Pilhas e acumuladores; características de utilização.
- 69 - Fenômenos termo-elétricos, foto-elétricos e termo-electrônicos. Oscilógrafo eletrônico. (§) Fotocélulas e algumas aplicações.

X - Electromagnetismo

- 70 - Imans. Campo magnético. Momento magnético. Dipolo. Folheto magnético; propriedades.
- 71 - Imantação. Diamagnetismo, paramagnetismo e ferromagnetismo. Permeabilidade. Curvas de histerese. Perdas de energia. Imans permanentes. (§) Campo magnético terrestre.
- 72 - Efeitos magnéticos de correntes estacionárias. Solenóide. Self-indutância. Circuitos magnéticos. Electro-imans.
- 73 - Forças entre circuitos. Movimento de partículas carregadas em campos magnéticos e elétricos. Aplicações.
- 74 - Instrumentos electromagnéticos para medir correntes, cargas e fluxos. Voltômetro, wattômetro.
- 75 - Indução electromagnética. Self-indução. Fechamento e abertura dum circuito; constante de tempo. Mútua indução. Correntes de Foucault.
- 76 - Sistema prático de unidades electromagnéticas. Sistema MKS (Giorgi). Unidades internacionais. Relações entre as unidades dos sistemas CGS electrostático e electromagnético. (§) Medidas electromagnéticas absolutas; ohm e ampére.

XI - Oscilações elétricas

- 77 - Quantidades complexas no estudo da C.A.. Circuitos simples. Circuitos série-paralelo; impedância equivalente, defasagem. Casos de ressonância. Potência média; fator de potência. Decomposição da corrente ou da tensão; efeito Joule.
- 78 - (§) Carga e descarga dum condensador através dum resistência sem e com indutância. Oscilação livre do circuito. Fenômenos transitórios em C.A..
- 79 - Teoria elementar do transformador; relações entre as tensões e as correntes, no primário e no secundário. Bobinas de indução.
- 80 - (§) Oscilações em circuitos abertos. Produção de ondas electromagnéticas. Propagação no espaço livre. Equações de Maxwell. Fenômenos piezo-elétricos.

XII - Complementos de eletrologia

- 81 - Condução elétrica nos gases. Fenômenos elementares relativos aos ions. Vários tipos de descarga; influência da pressão. Raios positivos.
- 82 - Geração dum f.e.m. alternativa. Corrente e tensão alternativas; valores instantâneo e eficaz. Representação vectorial. Corrente alternativa estacionária em circuitos dotados de resistência, self-indutância e capacidade: casos elementares. Reatância.
- 83 - Raios catódicos. Produção dos raios X. Ampolas "Coolidge". Detecção dos raios X. Aplicações técnicas.
- 84 - (§) Radiações emitidas pelos radioelementos. Algumas leis gerais. Fenômenos de ionização. Transmutação dos elementos, natural e artificial.

XIII - Acústica

- 85 - Elementos de acústica arquitetônica. Reverberação do som num recinto; fórmulas teórico-empíricas. Coeficientes de absorção. (§) Condições para a boa acústica dum recinto; exemplos. Ruídos nos prédios; proteção.
- 86 - Vibração dos corpos sonoros. (§) Analogias entre sistemas elétricos, mecânicos e acústicos. Ressonadores e filtros. Noções sobre medidas acústicas.
- 87 - Diodos; aplicações. (§) Triodos; válvulas com várias grades. Exemplos de aplicações.
- 88 - (§) Gravação dos sons; discos e películas. Reprodução dos

sons. Microfones, "pick-ups", fones e alto-falantes.

- 89 - Grandezas relativas a uma onda de som. Propagação de ondas planas; velocidade função da elasticidade. Ecos. Sensibilidade do ouvido. Níveis logarítmicos de intensidade. Bel e fon. Escala musical. Ruídos.

XIV - Ótica física

- 90 - (§) Energia radiante. Absorção, geral e seletiva. Lei de Kirchoff. Corpo negro; noções sobre as leis relativas à sua irradiação térmica. Corpos não negros.
- 91 - A vibração luminosa. Propagação, intensidade. Interferências da luz; franjas. Lâminas delgadas. Interferências com luz branca. Aplicações dos fenômenos de interferência.
- 92 - Difração da luz; casos simples. Rêdes. Espectros de difração. Medidas de comprimento de onda. (§) Pequenos orifícios. Poder separador das lunetas e dos microscópios. Difração de Fresnel; bordas das sombras geométricas.
- 93 - Polarização da luz; caracteres gerais. Absorção seletiva: turmalina e herapatita. Reflexão e refração simples. Leis de Brewster e de Malus. Scattering.
- 94 - Dupla refração; prismas de Nichol e análogos. Polariscópios.
- 95 - (§) Polarização elíptica. Lâminas cristalinas. Birrefringência accidental. Noções de fotoelasticimetria. Célula de Kerr.
- 96 - Atividade ótica nos cristais e nos líquidos. Polarimetria.
- 97 - (§) Luminescência. Aplicações.

LISTA DE TRABALHOS PRÁTICOS

- 1 - Pesquisa de relações de interdependência, mediante gráficos.
- 2 - Medidas de áreas com planímetro.
- 3 - Pesagens com balanças de precisão.
- 4 - Medida de densidade de sólidos, mediante balança hidrostática.
- 5 - Medida de densidades pelo método do frasco: a) sólidos; b) líquidos; c) gases.
- 6 - Medida de densidades de líquidos, mediante: a) densímetros; b) balança de Westphal-Mohr.

- 7 - Verificação das leis do atrito, num sistema de polia e fita enrolada.
- 8 - Medida da potência dum motor, mediante freio de Prony.
- 9 - Estudo da deformação dum fio, por tração.
- 10 - Medida correta da pressão atmosférica.
- 11 - Calibração dum medidor Venturi.
- 12 - Viscosimetria.
- 13 - Verificação da lei de Boyle-Mariotte.
- 14 - (§) Estudo da sensibilidade dum balanço analítico.
- 15 - (§) Aferição dum balanço de massas graduadas.
- 16 - Calibração dum manômetro ou vacuômetro.
- 17 - (§) Manipulação relativa à tensão superficial dos líquidos; estalagnometria.
- 18 - (§) Comparação de densidades de gases, com o efusômetro de Bunsen.
- 19 - Aferição dos pontos fundamentais dum termômetro de mercúrio.
- 20 - Determinação do coeficiente termométrico dum termômetro de gás.
- 21 - Medida da pressão de líquido-vapor, em várias temperaturas.
- 22 - Estudo experimental do movimento browniano.
- 23 - Higrometria; calibração dum psicrômetro.
- 24 - Experiências relativas ao calor específico dos sólidos.
- 25 - Medida dum calor latente de mudança de estado.
- 26 - Medida do poder calorífico dum combustível, com o calorímetro de Junkers.
- 27 - Determinação do equivalente mecânico do calor pelo método de Joule-Rowland.
- 28 - (§) Medida do coeficiente de dilatação do ar.
- 29 - (§) Medida da densidade de vapores.
- 30 - (§) Estudo experimental das perdas calorimétricas; correções.
- 31 - Determinação dos pontos de lampejo e de ignição dum óleo.
- 32 - (§) Medida do coeficiente de dilatação dum líquido.

- 33 - Experiência de estroboscopia.
- 34 - Estudos das oscilações duma mola helicoidal.
- 35 - Medida de g (aceleração da gravidade) com pêndulo simples.
- 36 - Estudo dum pêndulo composto.
- 37 - Traçado e análise de gráficos relativos à composição de oscilações: a) paralelas; b) ortogonais.
- 38 - (§) Estudo das oscilações de torsão dum fio.
- 39 - (§) Medida de g com pêndulo reversível.
- 40 - Experiências com tubo de Kundt; experiências de Melde.
- 41 - Focometria de lentes delgadas.
- 42 - Estudo experimental dum sistema centrado.
- 43 - Medida de índices de refração, com o refratômetro de Pulfrich.
- 44 - Experiências com um microscópio composto.
- 45 - Experiências com um espectroscópio; calibração da escala.
- 46 - Medidas polarimétricas.
- 47 - Experiências de ótica física e elasticimetria, com polaróides.
- 48 - (§) Medida de índices de refração, com o refratômetro de Abbe.
- 49 - (§) Trabalhos fotográficos: exposição, revelação, ampliação.
- 50 - (§) Fotometria; estudo sucinto de uma fonte de luz.
- 51 - (§) Estudo experimental de luzes polarizadas.
- 52 - (§) Medidas de comprimentos de onda, com retículos de difração da luz.
- 53 - Estudo da resistência duma lâmpada elétrica, sob vários regimes.
- 54 - Medidas de resistência elétrica, com ponte de Wheatstone.
- 55 - Medidas de resistividade, em função da temperatura.
- 56 - Medidas de condutividade de electrólitos.
- 57 - Calibração dum amperômetro, mediante eletrólise.
- 58 - Determinação do equivalente mecânico do calor, por método elétrico, com calorímetro.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITECNICA

Cadeira n° 6

TOPOGRAFIA; GEODESIA ELEMENTAR E ASTRONOMIA DE CAMPO

PRIMEIRA E SEGUNDA PARTES

Professor Catedrático:

DR. HENRIQUE JORGE GUEDES

Primeira Parte

TOPOGRAFIA

I - Noções gerais

- 1 - Definição. Distinção entre Topografia e Geodésia.
Importância da Topografia.
Divisão. Notícia histórica.
Noções gerais sobre a forma e dimensões da Terra.
Coordenadas geográficas e astronômicas.
Vertical. Plano meridiano.
Pontos cardeais. Horizonte.
- 2 - Métodos gerais a empregar em Topografia.
Coordenadas retilíneas.
Coordenadas polares e bipolares.
Planos de projeção.
Efeitos da curvatura da Terra.
Extensão dos levantamentos topográficos.

II - Teoria elementar dos erros.

Método dos mínimos quadrados.

- 3 - Generalidades. Erros sistemáticos e acidentais.
Soma dos erros acidentais.
Erro médio quadrático.
Erro média da média aritmética de várias medidas.
Exemplos numéricos.
- 4 - Lei dos erros acidentais.

Curva da probabilidade dos erros. Tábua de probabilidades.
Erro provável de uma observação e da média aritmética.
Propriedades da média aritmética das observações.
Exemplos numéricos e construção gráfica.

- 5 - Observações de desigual precisão.
Peso das observações.
Relações entre os pesos e os erros.
Determinação dos erros sistemáticos.
Exemplos de aplicação.

PLANIMETRIA

III - Instrumentos

- 6 - Instrumentos apropriados às operações topográficas.
Goniômetros. Goniógrafos.
Diatímetros. Instrumentos acessórios.
Descrição geral desses instrumentos.
- 7 - Instrumentos de medida direta das distâncias e instrumentos acessórios.
Cadeia métrica.
Fitas métricas. Trenas metálicas. Régua. Balisas. Fichas.
Estacas.
Descrição e emprego
Redução das distâncias ao horizonte.
- 8 - Erros nas medidas lineares obtidas por processo direto.
Distinção entre os erros sistemáticos e acidentais.
Avaliação desses erros.

IV - Órgãos dos instrumentos topográficos

- 9 - Distinção preliminar entre os instrumentos de topografia expedita, regular e de precisão.
Constituição dos aparelhos.
Estudo detalhado dos elementos.
Suportes. Diferentes tipos.
Órgãos de calagem.
Eixos de rotação.
- 10 - Níveis como órgãos dos aparelhos topográficos.
Teoria dos níveis.
Tipos de níveis.
Gradação. Sensibilidade.
Valor de uma divisão. Emprego do nível.
Retificação do nível
- 11 - Órgãos de visada.
Visada direta.
Alidade de pínulas. Alidade de luneta.
Teoria elementar da luneta.

Propriedades das lentes.
Formas das lentes.

- 12 - Sistemas de lentes. Elementos cardiais.
Objetiva e ocular. Retículo. Eixo ótico. Eixo mecânico.
Poder ótico da luneta. Manipulação da luneta.
Focalização e visão distinta.
- 13 - Círculos graduados para a avaliação dos ângulos.
Descrição.
Limbo e alidade. Divisão do limbo. Divisão sexagesimal e centesimal.
Nônio. Teoria do ônio.
- 14 - Erros de gradação e centragem dos círculos. Meio de corrigir.
Microscópios micrométricos. Multiplicidade dos nônios.
Exercícios numéricos.
- 15 - Bússola e declinatória.
Aguilha imantada.
Declinação magnética.
Variação da declinação.
Curvas isogônicas.

V - Instrumentos de visadas diretas.

- 16 - Grafômetro. Descrição e emprego.
Pantômetro. Descrição e emprego.
Causas de erros.
Esquadro. Descrição e modo de emprego.
Verificação.

VI - Goniômetros de luneta.

- 17 - Teodolito. Trânsito.
Descrição geral. Estacionamento.
Nivelamento do aparelho. Manipulação. Verificação.
- 18 - Retificação do teodolito. Processos diferentes.
O teodolito de luneta excêntrica. Correção de excentricidade.
- 19 - Erros nas medidas angulares.
Erros sistemáticos e acidentais.
Avaliação desses erros.
- 20 - Plancheta - Alidade.
Descrição e emprego.
- 21 - Instrumentos de reflexão. Esquadro. Sextante.
Descrição. Manipulação e retificação.
Redução de um ângulo ao horizonte nas observações com o sextante.

VII - Métodos

- 22 - Definição. Diferentes gêneros de levantamentos topográficos. Plantas e cartas topográficas. Reconhecimento do terreno. Emprêgo adequado dos instrumentos, ao gênero de levantamento projetado. Escalas.
- 23 - Levantamento por coordenadas. Coordenadas retangulares. Coordenadas oblíquas. Causas de erro. Precisão do levantamento. Exemplos.
- 24 - Levantamento por caminhamento. Cálculo do caminhamento. Orientação dos lados. Coordenadas dos vértices. Caminhamento fechado. Compensação dos erros. Exemplos.
- 25 - Levantamento por irradiação. Cálculo das coordenadas retangulares. Verificação. Precisão do método.
- 26 - Levantamento por interseção. Cálculo das coordenadas retangulares. Precisão do método. Exemplos.
- 27 - Levantamento por triangulação sem medida de ângulos. Por alinhamentos. Pelo processo de Pothenot, ou da carta. Combinação dos métodos.
- 28 - Emprêgo dos goniômetros e dos goniógrafos e esquadros nos levantamentos topográficos. Erros nas operações. Compensação.
- 29 - Emprêgo da bússola. Precisão dos trabalhos. Verificação.
- 30 - Organização das cadernetas de campo. Pessoal auxiliar dos trabalhos. Código de sinais. Regras gerais para a aplicação dos métodos.
- 31 - Orientação exata dos trabalhos topográficos. Determinação da meridiana geográfica. Métodos das alturas correspondentes do sol ou de uma estrela. Emprêgo do teodolito com o aparelho solar.

ALTIMETRIA

VIII - Noções gerais.

- 32 - Definição. Nível aparente. Nível verdadeiro. Altitudes ortométricas e cotas dinâmicas. Nível médio do mar. Planos de comparação. O relevo do terreno. Nomenclatura dos elementos de relevo. Curvas de nível. A refração atmosférica nas operações de nivelamento.

IX - Instrumentos.

- 33 - Níveis a visada direta. Níveis de água. Níveis a pinulas. Níveis a colimador. Níveis de pedreiro. Descrição. Verificação. Emprêgo.
- 34 - Níveis de luneta, com nível de bôlha, fixo e independente. Descrição e manipulação. Verificação e retificação do nível.
- 35 - Diferentes tipos de níveis. Nível de Egault. Compensação dos erros.
- 36 - Níveis com nível e bôlha reversível. Nível à visual recíproca de Zeiss. Descrição. Verificação. Emprêgo.
- 37 - Miras. Graduação e emprêgo. Miras de alvo. Miras falantes.
- 38 - Causas de erro e precisão dos níveis a luneta. Precisão do nivelamento.
- 39 - Instrumentos de visadas inclinadas. Eclímetros. Clinômetros. Clisímetros. Emprêgo e precisão desses instrumentos. Emprêgo do círculo vertical do teodolito.

X - Métodos.

- 40 - Nivelamento geométrico. Nivelamento simples e composto. Métodos de nivelamento. Caminhamento e irradiação. Contra-nivelamento. Erros nas operações.
- 41 - Nivelamento trigonométrico. Distância zenital e altura aparente. Método de operação. Compensação dos erros. Precisão do nivelamento trigonométrico.
- 42 - Nivelamento barométrico. Equação diferencial do nivelamento. Fórmula de Laplace. Fórmula aproximada de Babinet. Barômetros de mercúrio e metálicos. Aneróides. Hipsômetros. Modo prático de operar. Precisão do nivelamento barométrico. Exemplo numérico.
- 43 - Organização das cadernetas. Pessoal auxiliar de campo. Regras práticas.

TOPOGRAFIA EXPEDITA

XI - Instrumentos e métodos.

- 44 - Instrumentos e métodos da topografia expedita.

Bússola-eclímetro. Cronógrafos de algibeira. Podômetros. Telômetros. Micrômetros. Aneróides. Reconhecimento e figuração do terreno. Vistas panorâmicas e fotográficas. Triangulação expedita. Meios rápidos da determinação de uma base de triangulação.

- 45 - Meios de orientação aproximada de dia e à noite. Meios expeditos da determinação das distâncias e declividade do terreno. Escolha dos itinerários. Informações locais. Organização das cartas de reconhecimento. Telômetros. Telômetros a reflexão. O stereotelômetro ou telômetro stereoscópico de Zeiss.

TAQUEOMETRIA

XII - Noções Gerais.

- 46 - Princípio da taqueometria. A medida indireta das distâncias. Luneta estadimétrica a fios fixos e móveis. Parafusos micrométricos nos goniômetros. Descrição e teoria.

XIII - Instrumentos e métodos.

- 47 - Teoria da luneta analítica. Descrição. Verificação e retificação. Caso das visadas inclinadas. Distância horizontal. Diferença de nível. O arco de Beaman. Coordenadas retangulares do ponto visado.
- 48 - Taqueômetro. Diferentes tipos. Descrição, verificação e retificação. O taqueômetro auto-redutor Sanguel. Teoria. Descrição. Verificação. Retificação. Relações diastimométricas.
- 49 - Erros nas operações taqueométricas. Erros sistemáticos e acidentais.
- 50 - Ligação das estações. Métodos de Porro, Moinot e Villani. Comparação dos métodos.
- 51 - Organização das cadernetas de campo. Exemplos. Trabalhos no escritório. Cálculo de redução das distâncias ao horizonte. Cálculo das coordenadas. Régua taqueométrica. Tabelas numéricas.
- 52 - Cálculo analítico do caminhamento e da repartição dos erros de fechamento.

Correção dos azimutes, nos grandes caminhamentos, da convergência dos meridianos. Exemplo numérico.

- 53 - Resolução no terreno de questões topográficas e com instrumentos apropriados. Traçado de curvas de concordância dos alinhamentos. Diferentes casos.
- 54 - Construção das plantas topográficas em geral. Escala do desenho. Transferidores. Tábuas de cordas e das linhas trigonométricas. Representação gráfica do relevo do solo. Planos cotados, curvas de nível. Linha de declive dado.

TOPOGRAFIA DE PRECISÃO

XIV - Métodos

- 55 - Considerações sobre os levantamentos topográficos de precisão. Necessidade da triangulação. Forma dos triângulos. Escolha e medida de uma base. Basímetros modernos de precisão. Redução da base ao horizonte e ao nível do mar. O fio invar. Precisão na medida das bases.
- 56 - Medição dos ângulos. Métodos de observação. Repetição e reiteração dos ângulos. Comparação dos métodos. Giro do horizonte. Compensação dos ângulos. Influência dos erros instrumentais nas observações.
a) erro resultante da inclinação dos eixos do teodolito
b) erro de colimação.
- 57 - Sinais. Fases dos sinais. Estações. Redução das direções ao centro da estação. Redução do ângulo ao centro de estação. Cálculo de triangulação. Compensação dos erros. Ligação dos nivelamentos topográficos à triangulação. Nivelamento trigonométrico de precisão.

FOTOGRAMETRIA

XV - Instrumentos e métodos

- 58 - Princípio do método. Teoria de perspectiva fotográfica. O fototeodolito Zeiss. O fototeodolito Salmoiraghi. Retificação e verificação. Operações da fotogrametria. Os clichês fotográficos. Restituição das perspectivas fotográficas sobre as cartas. Processos analíticos e gráficos.

- 59 - Estereofotogrametria. Princípio de estereofotogrametria. A paralaxe estereoscópica. O estereocomparador de Zeiss. O estereogautógrafo de Orel. Aplicação aos levantamentos aéreos.

MEDIÇÃO E LEGISLAÇÃO DE TERRAS

XVI - Princípios e métodos

- 60 - Considerações preliminares sobre a medição e legislação de terras. Regras práticas. Avaliação das áreas. Método analítico. Método gráfico. Método mecânico. Planímetro de Amsler.
- 61 - Questões topográficas sobre a divisão de terras.
- 62 - Lei sobre terras particulares. Lei sobre terras públicas, terras devolutas e terrenos de marinha.
- 63 - Processo da demarcação e divisão de terras.

Segunda Parte

ASTRONOMIA

I - Introdução

- 1 - O Universo. O sistema solar. A Terra. A esfera celeste. O movimento diurno. As estrelas. As constelações.

II - Astronomia esférica

- 2 - Os sistemas fundamentais de coordenadas. Transformação de coordenadas. Fórmulas fundamentais de trigonometria esférica. Outras fórmulas.
- 3 - Fórmulas diferenciais de trigonometria. Desenvolvimento em série.

III - Movimento diurno

- 4 - O movimento diurno e a medida do tempo. Tempo sideral. Tempo solar verdadeiro. Tempo médio. Tempo

civil. Equação do tempo. Emprêgo das tábuas astronômicas. O problema da interpolação nas tábuas.

- 5 - Problemas fundamentais sobre a transformação do tempo.
- 6 - Problemas relativos ao movimento diurno.

IV - Correção das observações

- 7 - Teoria da refração atmosférica. Tábuas.
- 8 - Teoria da paralaxe. Correção de meio diâmetro. Tábuas. Aplicação das teorias.
- 9 - Teoria dos erros de observação.

V - Instrumentos

- 10 - O teodolito. Teoria dos órgãos principais. Métodos de observação. Correção das observações. Teoria do sextante. O astrolábio a prisma.
- 11 - Instrumentos dos observatórios. Instrumentos meridianos. Observações e Correção das observações. Equatorial. Instrumentos para medida do tempo. Pêndulas. Cronômetros. Cronógrafos.

OBSERVAÇÕES ASTRONÔMICAS DE CAMPO

VI - Determinação da hora

- 12 - Métodos das alturas correspondentes de um mesmo astro.
- 13 - Pelas distâncias zenitais, em circunstâncias favoráveis.
- 14 - Pelas alturas correspondentes de estrelas diferentes.

VII - Determinação da latitude

- 15 - Por alturas meridianas e circumeridianas, de um mesmo astro. Método Delambre.
- 16 - Pelo método Talcott ou Horrebow. Método Sterneck.

VIII - Determinação de um azimute

- 17 - Pela hora local. Por distância zenital observada.

- 18 - Pela digressão de estrêlas circumpolares. Tábuas.
- 19 - Por alturas correspondentes.

IX - Determinação da longitude

- 20 - Pelo transporte do tempo do primeiro meridiano. Pelo emprêgo de tábuas astronômicas. Pelo emprêgo da telegrafia e rádio-telegrafia.
- 21 - Determinação simultânea dos elementos: hora-latitude-azimute. Círculos e retas de altura. Outros métodos.

SISTEMA PLANETÁRIO SOLAR

X - Teoria do Sol

- 22 - Teoria elementar do Sol tirada das observações. O movimento anual aparente. Estações. O calendário. Quadrantes solares. A teoria do excêntrico.
- 23 - Observações do Sol nos observatórios. Determinação das coordenadas uranográficas. Diâmetro aparente. Paralaxe. Coordenadas eclípticas. Determinação da obliquidade da eclíptica e do ponto vernal. Instituição do tempo médio. O ano trópico.

XI - Teoria dos planetas.

- 24 - A lei da gravitação e o movimento heliocêntrico dos planetas. As leis de Kepler. As perturbações do movimento Kepleriano.
- 25 - O movimento geocêntrico dos planetas.

XII - Deslocamento dos planos fundamentais

- 26 - Dimensões absolutas do sistema solar. A paralaxe do Sol. O lento deslocamento dos planos fundamentais. O deslocamento secular da eclíptica sobre o equador. A precessão dos equinócios. A precessão lunisolar. A precessão geral. A nutação.
- 27 - Efeitos das variações seculares. O ano trópico. O dia sideral. Efeitos do movimento da Terra. A aberração da luz. A paralaxe anual das estrêlas. Catálogo de estrêlas. Redução ao dia.

XIII - Teoria da Lua

- 28 - Fases da Lua. Paralaxe. Diâmetro. Observações meridianas.
- 29 - A órbita lunar. As principais perturbações do movimento Kepleriano. Tábuas da Lua. Calendários lunares.

XIV - Eclipses

- 30 - Teoria dos eclipses do Sol e da Lua.
- 31 - Ocultação de estrêlas pela Lua.
- 32 - Cálculo da órbita de um planeta ou de um cometa. Cometas periódicos.
- 33 - Movimentos dos satélites de Júpiter. Eclipses. Velocidade da luz. Quadro geral do sistema solar.
- 34 - Astronomia das estrêlas. Estrêlas. Nebulosas. Brilho e magnitude das estrêlas. Espectroscopia. Fotografia.

GEODÉSIA

XV - Noções

- 35 - Fim das operações geodésicas. Antigas medidas da Terra. Medida de um arco de meridiano.
- 36 - Estações. Sinais luminosos. Triangulação. Excesso esférico. Medida das bases. Cálculo dos triângulos geodésicos. Teorema de Legendre. Compensação dos erros.
- 37 - Cálculo do arco do meridiano por segmentos. Fórmulas geodésicas. Elementos do elipsóide terrestre.
- 38 - Arcos de meridianos medidos sobre a Terra. Comparação dos resultados. O sistema métrico. Arcos de paralelos. Coordenadas geográficas. Redução ao elipsóide.
- 39 - Nivelamento geodésico. Altitude absoluta de uma estação. Precisão do nivelamento geodésico. Observação do pêndulo. Fórmula de Clairaut. O achatamento da Terra.

XVI - Geografia

- 40 - Cartas por projeção ortográfica e estereográfica. Propriedades. Deformações.
Cartas por desenvolvimento.
Desenvolvimentos de Flamstead-Sanson e de Bonne. Propriedades. Deformações.
Carta de Mercator. Propriedade.
- 41 - Projeção zenital equivalente de Lambert. Propriedades. Deformações. A carta do Brasil.
Classificação das projeções geográficas.
Teoria geral das cartas geográficas.

Aprovado pelo C.T.A.
e pela Congregação.

II - Soluções e eletroquímica

- 7 - Propriedades gerais das soluções líquidas diluídas; propriedades coligativas. Medidas e aplicações. Soluções reais, atividade das mesmas.
- 8 - Soluções eletrolíticas; eletrólise e suas leis, problemas. Ionização em solução: generalidades, relação com as propriedades coligativas. Lei de ação das massas aplicada aos electrólitos e suas consequências; teoria moderna, atividade iônica.
- 9 - Condutividade das soluções iônicas; números de transporte, solvatação dos íons, problemas. Teoria das pilhas: noções de electrocapilaridade; potenciais de electrode; classificação dos elementos pelos potenciais de ionização; pilhas, potenciometria.
- 10 - Teoria do equilíbrio ácido-base, pH e p_aH, e sua importância, fenômenos da oxidação-redução. Medidas, problemas e aplicações.
- 11 - Irreversibilidade dos electrodos e fenômenos correlatos; condições de electrodeposição de metais e suas aplicações em laboratório e na indústria. Estudo sucinto das principais substâncias preparadas por eletrólise.

III - Fenômenos superficiais e colóides

- 12 - Fenômenos superficiais; adesão, molhabilidade, adsorção em geral. Teoria geral dos fenômenos coloidais. Aplicações técnicas.

IV - Cinética química

- 13 - Cinética química; velocidade e classificação das reações; problemas e aplicações técnicas. Ativação e catálise; teoria geral, aplicações industriais.

V - Metais e ligas

- 14 - Equilíbrios nos sistemas "líquido-sólido"; teoria geral; diagramas de análise térmica. Aplicações a algumas soluções características.
- 15 - Classificação e propriedades gerais dos metais e ligas; constituição, diagramas de equilíbrio, ensaios gerais. Estudo sucinto das principais ligas ferrosas e não ferrosas e sua obtenção.
- 16 - Corrosão dos metais; generalidades, corrosão direta e eletroquímica. Ensaios e meios de proteção.

VI - Combustíveis

- 17 - Combustíveis industriais: generalidades, estudo geral da combustão, propriedades fundamentais dos combustíveis, classificação. Combustíveis sólidos naturais: origem, constituição, análises, classificação, propriedades específicas e ensaios diversos. Tratamento e uso dos carvões fósseis. Carvões nacionais.
- 18 - Combustíveis sólidos preparados; generalidades. Noções sobre a destilação seca da madeira e dos carvões fósseis: carvão de madeira, coque metalúrgico e coque de gás. Análise e ensaios técnicos.
- 19 - Combustíveis líquidos naturais e preparados; generalidades. Piro e anabetumes. Petróleo, sua indústria e derivados. Carburantes e motores de combustão interna; principais propriedades e ensaios dos carburantes. Alcool, benzol, produtos de síntese, etc.. Óleo Diesel e suas características. Óleos vegetais, óleo cru e óleos combustíveis. Óleos de chistos e de arenitos. Lubrificantes; estudo físico-químico. Ensaios de óleos minerais. O problema brasileiro.
- 20 - Combustíveis gasosos naturais e preparados. Gás natural, de iluminação, gases pobres, mistos, de altos fornos. Gasogênios e câmaras de combustão. O problema nacional.

VII - Vidros, materiais cerâmicos e aglomerantes

- 21 - Silício e seus compostos. Generalidades, equilíbrios, Vidros. Argilas. Materiais cerâmicos e sua classificação. Estudo físico-químico, usos e ensaios.
- 22 - Aglomerantes aéreos e hidráulicos. Generalidades, classificação, fabricação, propriedades físico-químicas. Alguns ensaios técnicos.

VIII - Tintas e vernizes

- 23 - Tintas e vernizes minerais. Teoria geral, classificação, propriedades e ensaios.

Segunda Parte

I -

- 1 - Generalidades. Função do engenheiro químico. Introdução ao

estudo das operações e aparelhos da indústria química; sua classificação.

- 2 - Transporte de materiais nas fábricas; noções de fluido-dinâmica e transporte de fluidos; transporte de sólidos. Escolha e cálculo aproximado dos aparelhos.
- 3 - Materiais empregados na construção de aparelhagem químico-industrial. Propriedades e usos dos materiais metálicos e não metálicos.
- 4 - Produção e transmissão do calor; aquecimento e refrigeração nas indústrias químicas. Fornos. Recuperação de calor. Problemas práticos.
- 5 - Fragmentação. Esforços mecânicos utilizados. Britagem, moagem, desintegrações especiais. Classificação, escolha, projeto e cálculo dos aparelhos.
- 6 - Mistura e agitação. Ensaio de laboratório, escolha e cálculo dos aparelhos.
- 7 - Separação dos sólidos entre si. Peneiração. Classificação e separação pelo ar. Classificação e separação hidráulica e mecânico-hidráulica. Separação elétrica e magnética. Adsorção. Flutuação. Estudos experimentais e escolha de aparelhos.
- 8 - Separação dos sólidos de fluidos. Sedimentação, espessamento. Separações especiais. Filtração: teoria geral. Estudos experimentais, cálculos e escolha dos aparelhos.
- 9 - Separação por meio de solventes. Dissolução, lavagem, lixiviação, extração. Cristalização. Aparelhos. Estudo experimental.
- 10 - Separação por mudança de estado físico; fusão, congelação, sublimação. Evaporação, destilação simples e fracionada, retificação. Seca. Estudos experimentais, escolha e cálculo dos aparelhos.
- 11 - Generalidades sobre os processos químicos e físico-químicos de fabricação. Recipientes de reação.
- 12 - Processos catalíticos. Aplicações da teoria geral. Aparelhos. Emprego de altas pressões. Diagramas, ensaios e cálculos industriais.
- 13 - Critério técnico-econômico de localização e inter-conexão dos aparelhos nas fábricas.
- 14 - "Controle" na fábrica e no laboratório. Tomada de amostras.
- 15 - Noções de economia das indústrias químicas. Energia, instalações, operações. Importância da pesquisa sistemática.

Aprovado pelo C.T.A.
e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 8

MINERALOGIA, PETROGRAFIA E GEOLOGIA

PRIMEIRA E SEGUNDA PARTES

Professor Catedrático:

DR. OCTAVIO BARBOSA

Primeira Parte

I - Introdução

- 1 - Mineralogia, petrografia e geologia: definições, divisões e finalidades. Princípios e métodos de trabalhos e pesquisas na geologia. Divisões e aspectos principais da Terra.

II - Mineralogia

- 2 - Cristal. Estrutura dos cristais. Teoria de Haüy. Constância dos ângulos. Formas diversas de um mesmo mineral. Teoria de Bravais. Lei da racionalidade. Características das filas e índices de Miller. Zonas.
- 3 - Simetria: elementos e teoremas. Trinta e duas classes de cristais e sistemas cristalinos. Lei de simetria. Truncaturas, formas derivadas e sua notação, segundo Levy e Miller. Mudança de eixos cristalográficos. Holocedria e meriedria.
- 4 - Goniometria dos cristais. Projeção estereográfica. Cálculo cristalográfico.
- 5 - Descrição dos sistemas cristalinos. Grupamento dos cristais. Geminação. Faces vicinais.
- 6 - Ação dos Raios X sobre os cristais e sua aplicação.

- 7 - Ótica cristalográfica. Luz polarizada. Ação dos cristais sobre a luz. Microscópio polarizante. Propriedades do elipsóide. Índice de refração. Dupla refração. Nicol.
- 8 - Estudos em luz paralela. Luz monocromática. Luz branca. Pleocroísmo. Sinal das direções de extinção. Atrazo de uma lâmina. Birrefringência.
- 9 - Estudos em luz convergente. Cristais uniaxiais e biaxiais. Sinal ótico. Ângulos dos eixos óticos. Dispersão. Polarização rotatória. Cristais geminados.
- 10 - Propriedades físicas (mecânicas, magnéticas e elétricas) dos cristais.
- 11 - Propriedades químicas dos cristais. Isomorfismo e polimorfismo.
- 12 - Determinação de minerais; forma cristalina, estrutura, dureza, densidade, cor, odor, tato, propriedades óticas, caracteres químicos, alterações. Sistemática mineralógica. Classificação de Dana.

III - Petrologia

- 13 - Constituição da Terra. Composição química da crosta. Rochas e sua composição. Minerais que formam as rochas. Classificação geral das rochas da crosta.
- 14 - Rochas eruptivas. Formas e estruturas das rochas eruptivas. Intrusões e suas relações com as estruturas geológicas. Intrusões múltiplas, compostas e diferenciadas. Derrames.
- 15 - Magma. Constituição físico-química. Magma primários. Formação das rochas eruptivas. Vidro e cristais. Cristalização do magma.
- 16 - Estruturas e texturas nas eruptivas. Representação gráfica das eruptivas.
- 17 - Classificação das rochas eruptivas. Classificações mineralógicas, químicas e físico-químicas.
- 18 - Classificação de Shand. Rochas supersaturadas, saturadas e subsaturadas. Classificação de Trogger.
- 19 - Distribuição das rochas eruptivas no espaço e no tempo. Origem das rochas eruptivas. Meteoritos.
- 20 - Métodos petrográficos. Método da platina universal.
- 21 - Rochas sedimentárias. Intemperismo: decomposição e desintegração das rochas da crosta, transporte e deposição. Diagenese.
- 22 - Caracteres mineralógicos, estruturais e texturais das rochas sedimentárias.

- 23 - Classificação das rochas sedimentárias. Depósitos residuais. Lateritas, argilas. Solos.
- 24 - Sedimento de origem mecânica, química e orgânica.
- 25 - Metamorfismo. Caracteres gerais. Agentes de metamorfismo. Espécies de metamorfismo. Graus de metamorfismo. Minerais de metamorfismo. Zonas de metamorfismo e associações (ou facies) de Eskola. Texturas e estruturas nas rochas metamórficas.
- 26 - Metamorfismo de contato. Metamorfismo regional. Metamorfismo profundo. Metamorfismo regressivo. Produtos de metamorfismo.

GEOLOGIA

IV - Geologia física

- 27 - Erosão. Movimentos de massas rochosas na superfície da Terra, por ação da gravidade.
- 28 - Água corrente. Origem e significação das correntes. Erosão fluvial e deposição. Ação das correntes em regiões úmidas temperadas, semiáridas. Depósitos fluviais. Enchentes.
- 29 - Águas subterrâneas. Trabalho geológico da água subterrânea. Deposição.
- 30 - Lagos. Origem das bacias de lagos. Erosão e deposição em lagos. Lagos salinos. Pântanos.
- 31 - Ação do gelo. Desenvolvimento e regimendas geleiras. Tipos de geleiras. Glaciação. Erosão glacial. Depósitos glaciais. Causas dos climas glaciais.
- 32 - Erosão, transporte e deposição pelo vento. Dunas e loess.
- 33 - Erosão, transporte e deposição marinhos. Trabalho das ondas e correntes costeiras. Evolução das linhas de costa. Classificação das linhas de costa. Distribuição dos sedimentos marinhos.
- 34 - Vulcões e vulcanismo. Fases vulcânicas. Tipos de vulcões. Produtos vulcânicos. Variedades de vulcões e crateras. Vida e distribuição dos vulcões. Origem do vulcanismo. Fumarolas e fontes termais.
- 35 - Deformações da crosta terrestre. Diastrofismo. Movimentos verticais da crosta da Terra, antigos e modernos. Geologia estrutural. Dobras. Juntas ou diáclases. Falhas. Laminação.
- 36 - Tremores de terra: natureza e origem. Distribuição. Sismologia. Precauções contra tremores de terra. Efeitos geológicos.
- 37 - O interior da Terra. Informações e medidas.

Deduções e hipóteses.

- 38 - Causas primeiras dos movimentos da crosta: orogênese, epeirogênese e isostasia. Origem e história das montanhas. Tipos de montanhas.
- 39 - Geomorfologia. Formas topográficas. Suas relações com a geologia.

Segunda Parte

GEOLOGIA

I - Introdução

- 1 - Estratigrafia, geologia histórica e paleontológica. A Terra no sistema solar. Origem da Terra. Hipóteses nebular, planetesimal e do filamento gasoso.
- 2 - Coluna geológica. Agrupamentos e denominações das unidades estratigráficas. Tempo geológico e sua medida.
- 3 - Reconstituição do ambiente de sedimentação. Facies marinhos, continentais e mistos. Petrografia de sedimentos. Correlações, granulometria, cor, estruturas e origem dos sedimentos. Paleoclima e paleogeografia. Discordância.

II - Geologia histórica

- 4 - Era arqueozóica. Arqueano nos principais continentes. Arqueano no Brasil. Rochas típicas. Orogenia, estruturas e eruptivas.
- 5 - Era proterozóica. Algonquiano nos países estrangeiros. Fósseis. Algonquiano no Brasil: séries de Minas, Itacolomi e Lavras. Outras séries correlatas. Rochas típicas, orogenia, estruturas e eruptivas. Paleoclima e paleogeografia.
- 6 - Era paleozóica. Cambriano, ordoviciano e siluriano no estrangeiro e no Brasil. Série de Bambuí e Bodoquena. Siluriano no Amazonas. Diastrofismo tectônico. Série Jacadigo.
- 7 - Devoniano no estrangeiro e no Brasil. Séries do Paraná, Chapada, Camaquan e outras. Diastrofismo acadiano.
- 8 - Carbonífero no estrangeiro e no Brasil. Carbonífero na bacia Amazônica e na do Paraíba.
- 9 - Permiano no estrangeiro e no Brasil. Glaciação permiana. Permiano na bacia Amazônica, no Maranhão, no Piauí e na Bahia. Séries Itararé-Tubarão e Passa Dois. Diastrofismo hercínico.

- 10 - Era mesozóica. Características mais importantes. Período triássico no Brasil e em outros países. Clima e vida no triássico. Séries triássicas brasileiras e sua distribuição. Terra de Gondwana e pontes intercontinentais. Teoria dos deslocamentos continentais.
- 11 - Período jurássico no estrangeiro e no Brasil. Eruptivas basálticas e alcalinas.
- 12 - Período cretáceo no Brasil e em outros países. Cretáceo marinho e cretáceo continental. Fósseis e clima. Eruptivas cretáceas no Brasil. Diastrofismo andino.
- 13 - Era cenozóica: paleogeografia, orogenia, vulcanismo e vida no terciário. Eoceno, oligoceno, mioceno, plioceno. Terciário na bacia Amazônica, no Maranhão, nos estados do Nordeste, e no centro e no sul do Brasil.
- 14 - Pleistoceno. Pleistoceno americano e europeu. Fauna fóssil pleistocênica. Homem fóssil. Cultura eolítica, paleolítica e neolítica. Homem americano. Recente ou holoceno.
- 15 - História e evolução animal através dos períodos geológicos.
- 16 - História e evolução vegetal através dos períodos geológicos.
- 17 - História orogenética da crosta terrestre.
- 18 - Evolução do relevo no Brasil através dos tempos geológicos.

PALEONTOLOGIA

III - Introdução

- 19 - Paleozoologia e paleobotânica. Fósseis: coleta, conservação, interpretação e reconstituição. Evolução.

IV - Paleozoologia

- 20 - Classificação dos animais. Nomenclatura. Protozoários. Poríferos. Antozoários. Graptólitos. Vermes. Braquiópodos. Briozoários. Equinodermos. Moluscos. Artrópodos. Peixes. Répteis. Aves e Mamíferos.

V - Paleobotânica

- 21 - Paleobotânica. Classificação das plantas. Origem da vida. Talófitas, Briófitas, Pteridófitas, Pteridospermas, Ginospermas e Angiospermas Fósseis.

Aprovado pelo C.T.A.

e Pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 9

RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS, ESTABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES
PRIMEIRA E SEGUNDA PARTES

Professor Catedrático:
DR. TELEMACO HIPPOLYTO DE
MACEDO VAN LANGENDONCK

Primeira Parte

I - Introdução

- 1 - Fôrças, sua composição e decomposição. Polígonos e curvas funiculares.
- 2 - Momentos estáticos de fôrças e figuras planas, sua determinação analítica e gráfica.
- 3 - Momentos de segunda ordem, sua determinação analítica e gráfica. Mudança de eixos.
- 4 - Elipse de inércia. Núcleo central. Círculo de Land-Mohr.

RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS

II - Generalidades

- 5 - Esforços externos e internos, solicitantes e resistentes. Deformações. Tensões admissíveis. Coeficientes de segurança.

III - Tensões: Tração, Compressão e Cisalhamento

- 6 - Tensões normais de tração e compressão. Tensões de cisalha-

mento. Aplicações.

- 7 - Estado duplo de tensão. Elipse das tensões. Círculo de Mohr.

IV - Tensões: Flexão

- 8 - Esforços solicitantes nas vigas em balanço e nas livremente apoiadas. Momentos flectores e forças cortantes, sua derivação.
- 9 - Tensões normais na flexão simples. Lei de Bernoulli.
- 10 - Tensões de cisalhamento na flexão.
- 11 - Flexão oblíqua.
- 12 - Flexão composta. Materiais que resistem à tração.
- 13 - Flexão composta. Materiais que não resistem à tração.

V - Tensões: Torção

- 14 - Tensões na torção simples. Aplicação aos eixos de transmissão.
- 15 - Torção composta.

VI - Deformações: Tração, Compressão, Cisalhamento e Torção

- 16 - Tração e compressão. Diagramas tensão-deformação. Módulo de elasticidade. Lei de Hooke. Deformação transversal. Coeficiente de Poisson.
- 17 - Cisalhamento. Distorção. Módulo transversal de elasticidade.
- 18 - Torção. Seções circulares e não circulares. Aplicação às molas.

VII - Deformações: Flexão e Flambagem

- 19 - Deformação angular na flexão. Hipótese de Navier. Materiais heterogêneos. Linha elástica das barras retas. Sua derivação da superfície dos momentos, Aplicações.
- 20 - Efeito do cisalhamento na flexão.
- 21 - Flexão de barras curvas de pequena curvatura.

- 22 - Flexão composta. Efeito da força normal.
- 23 - Flambagem. Hipérbole de Euler. Fórmulas diversas.
- 24 - Flambagem de peças reticuladas.

ESTABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES

VIII - Generalidades

- 25 - Esforços externos. Cargas permanentes e móveis: efeitos: estático e dinâmico; linhas de influência. Vento. Temperatura e outras causas externas de esforços. Reações; aparelhos de apoio, articulações e engastamentos.
- 26 - Classificação das estruturas.

IX - Estruturas isostáticas

- 27 - Vigas em balanço e sobre dois apoios. Linhas de estado, de influência e dos máximos. Cargas indiretas.
- 28 - Vigas articuladas ou Gerber.
- 29 - Arcos e pórticos triarticulados.
- 30 - Treliças. Processos analíticos. Diagramas de Cremona e Williot.

X - Estruturas especiais solicitadas por empuxos

- 31 - Silos. Coeficientes de empuxos dos materiais granulosos. Pressão sobre as paredes e sobre o fundo.
- 32 - Muros de arrimo. Noções sobre o empuxo das terras. Muros de gravidade e de flexão.
- 33 - Barragens. Efeito de subpressão.
- 34 - Chaminés. Pressão do vento. Cálculo de verificação.

XI - Vigas hiperestáticas

- 35 - Referências aos métodos de solução dos problemas hiperestáticos. Vigas engastadas em uma ou nas duas extremidades.
- 36 - Vigas contínuas. Teorema dos três momentos.

- 37 - Método da propagação dos momentos.
- 38 - Método gráfico dos pontos fixos.
- 39 - Método da compensação dos momentos ou de Cross.

EXERCÍCIOS

- 1 - Polígonos funiculares, momentos estáticos e de segunda ordem.
- 2 - Cálculo de verificação e dimensionamento de barras compridas, tracionadas ou solicitadas por cisalhamento. Rebites, soldas.
- 3 - Estado duplo de tensão.
- 4 - Momentos flectores e forças cortantes nas vigas em balanço e nas livremente apoiadas.
- 5 - Cálculo de verificação e dimensionamento de barras flectidas.
- 6 - Tensões de cisalhamento produzidas por flexão; diversas formas de seção e seções compostas.
- 7 - Flexão oblíqua. Flexão composta.
- 8 - Cálculo de verificação e dimensionamento de barras sujeitas a torção.
- 9 - Deformação de barras sujeitas a tração, compressão e torção.
- 10 - Deformação de barras flectidas. Determinação gráfica e analítica da linha elástica.
- 11 - Flambagem.
- 12 - Linhas de estado, de influência e dos máximos nas vigas isostáticas em balanço e sobre dois apoios.
- 13 - Vigas Gerber.
- 14 - Arcos triarticulados.
- 15 - Treliças isostáticas.
- 16 - Muros de arrimo.
- 17 - Vigas engastadas.

Segunda Parte

RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS

I - Energia da deformação

- 1 - Tração e compressão. Carga estática. Resiliência. Choque.
- 2 - Cisalhamento, torção e flexão.
- 3 - Princípios gerais; trabalhos virtuais, Clapeyron, Maxwell, Castigliano e Menaurea.
- 4 - Aplicação à solução dos problemas hiperestáticos, especialmente das treliças com barras superabundantes e das vigas armadas.

II - Problemas diversos

- 5 - Casos especiais de flambagem.
- 6 - Peças em meio elástico. Vigas sobre apoio elástico. Flambagem de estacas.
- 7 - Barras de grande curvatura. Aplicações.
- 8 - Estudo de modelos. Leis de semelhança. Verificação experimental das estruturas.
- 9 - Materiais que não obedecem à lei de Hooke. Plasticidade. Aplicação a articulações de chumbo e a peças fletidas.

III - Noções da teoria da elasticidade

e critérios de resistência

- 10 - Tensões e deformações em torno de um ponto. Equações gerais da teoria da elasticidade. Linhas isostáticas. Pontos de concentração de tensões. Aplicações.
- 11 - Fotoelasticidade. Modelos fotoelásticos.
- 12 - Critérios de resistência. Teorias diversas.
- 13 - Fadiga. Solicitações alternadas e repetidas.
- 14 - Resistência de blocos parcialmente carregados. Blocos de apoio. Fórmulas de Hertz.

ESTABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES

IV - Arcos hiperestáticos

- 15 - Arcos biarticulados sem ou com tirante.
- 16 - Arcos engastados.
- 17 - Tubos de parede fina.

V - Pórticos e quadros

- 18 - Estudo geral dos métodos de solução dos problemas hiperestáticos.
- 19 - Pórticos simples.
- 20 - Pórticos múltiplos. Estruturas abertas de nós indesejáveis.
- 21 - Estruturas fechadas de nós indesejáveis. Quadros.
- 22 - Estruturas de nós deslocaíveis. Vigas Vierendeel. Esforços secundários nas treliças.

VI - Outros tipos de estrutura

- 23 - Estruturas pênséis.
- 24 - Estruturas em arco flexível com viga de rigidez. Solidariedade entre arco e viga.
- 25 - Vigas-balcões. Grelhas.
- 26 - Noções gerais sobre placas, lâminas e cascas.

EXERCÍCIOS

- 1 - Vigas contínuas.
- 2 - Treliças, com barras superabundantes. Vigas armadas.
- 3 - Vigas sobre apoio elástico.

- 4 - Estado múltiplo de tensão; critérios de resistência.
- 5 - Arcos hiperestáticos.
- 6 - Pórticos simples.
- 7 - Pórticos e quadros múltiplos.
- 8 - Vigas-balcões.

Aprovado pelo C.T.A.
e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 10

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Professor Catedrático:

DR. ARY FREDERICO TORRES

I - Aglomerantes

- 1 - Generalidades: emprêgo dos aglomerantes; qualidades essenciais; matérias primas.
- 2 - Retrospecto histórico: métodos primitivos de construção; betume, barro; gesso; cal gorda; pozolanas; cal hidráulica natural; cimento natural; cal hidráulica artificial; cimento artificial ou portland; cimentos portland especiais; aglomerantes com pozolanas; aglomerantes com escória; cimento aluminoso.
- 3 - Classificação.
- 4 - Cimento portland: generalidades; matérias primas; noções de fabricação; propriedades gerais e ensaios; especificações; constituição química; hidratação e endurecimento.
- 5 - Gesso: generalidades; retrospecto histórico; constituição; endurecimento; aplicações; noções de fabricação; ensaios e especificações.
- 6 - Cais aéreas: definições; fenômenos da extinção; fenômenos do endurecimento; classificação das cais aéreas-rendimento; ensaios e especificações.
- 7 - Cais hidráulicas: definições; extinção; separação-cal leve e grappier; cimento grappier; ensaios e especificações.
- 8 - Noções de fabricação das cais aéreas e hidráulicas: generalidades; extração, transporte e britamento; cosimento.
- 9 - Cimentos naturais: definições; cimento de péga rápida; cimento de péga lenta.
- 10 - Cimento aluminoso: definições; histórico; noções de fabricação; composição e constituição; hidratação; propriedades.
- 11 - Aglomerantes com pozolana: generalidades; variedades; apli-

cações; propriedades e ensaios; especificações.

- 12 - Aglomerantes com escória: definições; escória com cal; escória com portland; escória com sulfato e portland ou cal; escória substituindo a argila no portland.

II - Agregados

- 13 - Generalidades.
- 14 - Produção: britadores e mandíbulas; britadores de pinhão; britador de rolos; britador de martelos; escolha de britadores.
- 15 - Dimensões do material britado.
- 16 - Peneiração.
- 17 - Lavagem.
- 18 - Composição granulométrica; análise granulométrica; curva de granulometria.
- 19 - Nomenclatura relativa às densidades dos materiais granulosos.
- 20 - Densidade aparente do material granuloso.
- 21 - Densidade aparente e pseudo-aparente dos grãos: agregado graúdo; agregado miúdo.
- 22 - Umidade superficial: fator de saturação; umidade superficial.
- 23 - Vazios.
- 24 - Compacidade.
- 25 - Inchamento da areia.
- 26 - Resistência dos grãos, mecânica e ao intemperismo.
- 27 - Forma dos grãos.
- 28 - Matéria orgânica.
- 29 - Material fino, carvão, partículas lamelares ou friáveis.
- 30 - Especificações.

III - Concreto.

- 31 - Generalidades.
- 32 - Considerações fundamentais: papel fundamental da pasta; fa-

tores que influem sobre a qualidade da pasta; mistura de agregados e pasta; orientação racional para a dosagem; misturas plásticas; fatores que afetam o grau de plasticidade; inconvenientes das misturas que não são plásticas; água não combinada; composição granulométrica do agregado.

- 33 - Materiais componentes.
- 34 - Dosagem; generalidades; orientação antiga; estudos experimentais; orientação moderna.
- 35 - Produção: generalidades; transporte e armazenamento dos materiais; medida dos materiais; mistura; distribuição e lançamento; adensamento; acabamento; proteção do concreto fresco; cura; formas; juntas; canalizações; tratamentos superficiais.
- 36 - Propriedades: generalidades; consistência; resistência mecânica; permeabilidade; durabilidade; deformação do concreto; resistências aos agentes destrutivos; propriedades diversas.
- 37 - Concretos especiais: concreto ciclópico; concreto ornamental.
- 38 - Concreto armado: generalidades; histórico; propriedades do aço; proteção da armadura; aderência; tipos de barras; disposições construtivas gerais; disposição geral dos principais elementos da estrutura.
- 39 - Aplicação do concreto: generalidades; blocos de concreto premoldados; meios-fios e sargetas; tubos de concreto; postes ornamentais para iluminação; produtos de fibro-cimento.

IV - Argamassas

- 40 - Generalidades.
- 41 - Materiais componentes: cimento e cal; areia.
- 42 - Propriedades: generalidades; resistência mecânica; consistência; impermeabilidade; eflorescência.
- 43 - Dosagem.
- 44 - Produção.
- 45 - Aplicações: acabamento das paredes; assentamento de alvenarias.
- 46 - Pastas.

V - Pedras naturais

- 47 - Definições: importância do estudo; definição de rocha; de-

finição de mineral.

- 48 - Noções sobre os tipos de rochas empregados nas construções, especialmente aquelas que ocorrem nas formações geológicas do Brasil.

VI - Pedras de construção

- 49 - Tipos de rocha usados.
- 50 - Fatores que orientam a escolha das pedras de construção: custo; aspecto; durabilidade.
- 51 - Propriedades: absorção; compressão; resistência ao fogo; dilatação; módulo de elasticidade; desgaste; durabilidade.
- 52 - Variedades mais importantes das pedras para construção; rochas ígneas e gneiss; arenitos e quartzitos; calcários; mármore.
- 53 - Ocorrências: tipos de ocorrência; ocorrências no Brasil; particularidades de estrutura das pedreiras.
- 54 - Noções de lavra das pedreiras: generalidades; trabalhos preliminares; disposição geral da pedreira; métodos de exploração; extração.
- 55 - Trabalho da pedra: serragem; aparelho manual; aparelho mecânico; polimento.

VII - Materiais cerâmicos

- 56 - Generalidades.
- 57 - Plasticidade: medida da plasticidade; limites de plasticidade; fatores que influem sobre a plasticidade; teoria da plasticidade.
- 58 - Endurecimento: dessecação; cozimento; medida das propriedades mecânicas das pastas cozidas; medida das temperaturas.
- 59 - Contração e porosidade: contração; porosidade; fatores que influem sobre a contração e a porosidade.
- 60 - Dilatação: ajustagem do vidrado à pasta; resistência da pasta a variações bruscas de temperatura; medida da dilatação; resultados de medidas.
- 61 - Matérias primas: argilas; antiplásticas; fundentes.
- 62 - Noções de fabrico: preparo das pastas; trabalho das pastas; enxugo; cozedura; vidrado.
- 63 - Produtos cerâmicos: classificação; definições tijolos e tês

lhas; refratários; ladrilhos; azulejos; manilhas; louça sanitária.

VIII - Vidros

- 64 - Generalidades - Característicos do estado vítreo: histórico; característicos; estado vítreo; fusão viscosa; patamar de fusibilidade; viscosidade do vidro; tempera; desvitrificação; transparência.
- 65 - Propriedades; inalterabilidade; resistência mecânica dos vidros; elasticidade; densidade; propriedades térmicas; propriedades elétricas; dilatação.
- 66 - Composição química: vidro branco ordinário; cristal; vidros aluminosos; vidros científicos.
- 67 - Noções de fabricação: matérias primas; fusão; fornos de fusão; trabalho de vidro; recozimento; defeitos do vidro.
- 68 - Noções de fabricações especiais: vidraça; espelhos.

IX - Materiais asfálticos

- 69 - Generalidades.
- 70 - Natureza química das substâncias betuminosas.
- 71 - Origem das substâncias betuminosas: teorias inorgânicas; teorias orgânicas.
- 72 - Descrição sucinta dos processos de extração e refino do asfalto e de produção do alcatraz breu.
- 73 - Aplicações dos materiais betuminosos: aplicações em pavimentação; aplicações em impermeabilização e proteção.
- 74 - Ensaio: solubilidade no sulfureto de carbono; utilidade; penetração; viscosidade; ponto de amolecimento; ponto de inflamação.

X - Madeiras

- 75 - Generalidades.
- 76 - Distribuição das florestas na América do Sul.
- 77 - Extensão das florestas brasileiras.
- 78 - Caráter das florestas brasileiras: Floresta Amazônica; florestas da encosta Atlântica e das bacias do Paraná e Paraguaçu; pinheirais; matas do interior.
- 79 - Nomes das madeiras; identificação empírica; denominações

vulgares; identificação botânica; nomenclatura científica; identificação micrográfica; ligeiro histórico da identificação micrográfica.

- 80 - Fisiologia da árvore.
- 81 - Anatomia do tronco: descrição das partes principais do tronco; microestrutura do lenho.
- 82 - Madeiras utilizadas nas construções; distinção entre Conífera e Dicotiledôneas; Coníferas usadas no Brasil; Dicotiledôneas usadas no Brasil; Coníferas usadas no estrangeiro; Dicotiledôneas usadas no estrangeiro.
- 83 - Propriedades físicas e mecânicas das madeiras; generalidades; propriedades físicas; propriedades mecânicas.
- 84 - Secagem da madeira: finalidades da secagem; secagem natural; secagem artificial.
- 85 - Destruição da madeira: generalidades; apodrecimento.
- 86 - Destruição pelo fogo; generalidades; combustão da madeira; destilação da madeira; tentativa para evitar a queima da madeira; extinção de incêndios; medidas de prevenção.
- 87 - Destruição por animais: ataque por animais marinhos; ataque pelos insetos.
- 88 - Tratamento para a proteção da madeira: tratamentos internos; tratamento externo.
- 89 - Silvicultura: valor das florestas; erosão; silvicultura.

XI - Metais - Estudo geral das ligas

- 90 - Constituição: generalidades; diagramas de constituição; construção dos diagramas de constituição.
- 91 - Estrutura: estrutura microscópica; macrografia.
- 92 - Ensaio mecânicos: generalidades; tração; dureza; dobramento; choque; fadiga.
- 93 - Tratamentos: tratamentos térmicos; tratamentos mecânicos; tratamentos químicos - cementação.
- 94 - Soldas e caldeamento; soldas comuns; solda autogênica; caldeamento.

XIII - Ligas de ferro

- 95 - Definições.
- 96 - Produção e consumo mundial.

- 97 - Produção e consumo no Brasil: importação; produção nacional; consumo nacional; distribuição dos produtos; considerações sobre preços e consumo atuais no Brasil; perspectivas para o futuro; usinas nacionais; evolução histórica da siderurgia no Brasil.

XIII - Noções de siderurgia

- 98 - Minérios de ferro; minério e mineral; teor em ferro; ganga; principais minérios de ferro; distribuição mundial dos minérios de ferro; situação do Brasil quanto às reservas do minério de ferro; jazidas de ferro do Brasil; extração de minério de ferro brasileiro.
- 99 - Fundentes.
- 100 - Matérias primas acessórias: minérios de manganês; de silício; de estanho e zinco; de cromo; de tungstênio, vanádio e molibdênio; refratários.
- 101 - Combustível e redutor: coque metalúrgico; carvão vegetal.
- 102 - Fabricação: preparo dos minérios; generalidades sobre a fabricação dos produtos siderúrgicos; fabricação da fonte; fabricação do ferro pudlado; fabricação do ferro eletrolítico; fabricação do aço de cadinho; fabricação do aço em conversor; fabricação do aço em forno de reverbero; fabricação do aço pelo forno elétrico; vasamento do aço; tratamento dos lingotes; ligas industriais.

XIV - Ligas não ferrosas

- 103 - Cobre: produção; propriedades; aplicações.
- 104 - Zinco: produção; propriedades; aplicações.
- 105 - Alumínio: produção; propriedades; aplicações.
- 106 - Chumbo, estanho e níquel; chumbo; estanho; níquel.
- 107 - Latões: constituição, aplicações industriais; latões especiais.
- 108 - Bronzes: constituição-propriedades; aplicações; bronzes especiais, bronze com zinco; bronze com chumbo; bronze fosforoso.
- 109 - Trabalho a frio dos latões e bronzes.
- 110 - Ligas de alumínio: ligas cobre-alumínio; aplicações; ligas

alumínio-zinco; ligas alumínio-magnésio; duralumínio.

111 - Ligas antifrições.

112 - Ligas de baixa fusibilidade.

Aprovado pelo C.T.A.

e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 10

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Professor Catedrático:

DR. ARY FREDERICO TORRES

I - Aglomerantes

- 1 - Generalidades: emprêgo dos aglomerantes; qualidades essenciais; matérias primas.
- 2 - Retrospecto histórico: métodos primitivos de construção; betume, barro; gesso; cal gorda; pozolanas; cal hidráulica natural; cimento natural; cal hidráulica artificial; cimento artificial ou portland; cimentos portland especiais; aglomerantes com pozolanas; aglomerantes com escória; cimento aluminoso.
- 3 - Classificação.
- 4 - Cimento portland: generalidades; matérias primas; noções de fabricação; propriedades gerais e ensaios; especificações; constituição química; hidratação e endurecimento.
- 5 - Gesso: generalidades; retrospecto histórico; constituição; endurecimento; aplicações; noções de fabricação; ensaios e especificações.
- 6 - Cais aéreas: definições; fenômenos da extinção; fenômenos do endurecimento; classificação das cais aéreas-rendimento; ensaios e especificações.
- 7 - Cais hidráulicas: definições; extinção; separação-cal leve e grappier; cimento grappier; ensaios e especificações.
- 8 - Noções de fabricação das cais aéreas e hidráulicas: generalidades; extração, transporte e britamento; cosimento.
- 9 - Cimentos naturais: definições; cimento de péga rápida; cimento de péga lenta.
- 10 - Cimento aluminoso: definições; histórico; noções de fabricação; composição e constituição; hidratação; propriedades.
- 11 - Aglomerantes com pozolana: generalidades; variedades; apli-

tores que influem sobre a qualidade da pasta; mistura de agregados e pasta; orientação racional para a dosagem; misturas plásticas; fatores que afetam o grau de plasticidade; inconvenientes das misturas que não são plásticas; água não combinada; composição granulométrica do agregado.

- 33 - Materiais componentes.
- 34 - Dosagem; generalidades; orientação antiga; estudos experimentais; orientação moderna.
- 35 - Produção: generalidades; transporte e armazenamento dos materiais; medida dos materiais; mistura; distribuição e lançamento; adensamento; acabamento; proteção do concreto fresco; cura; formas; juntas; canalizações; tratamentos superficiais.
- 36 - Propriedades: generalidades; consistência; resistência mecânica; permeabilidade; durabilidade; deformação do concreto; resistências aos agentes destrutivos; propriedades diversas.
- 37 - Concretos especiais: concreto ciclópico; concreto ornamental.
- 38 - Concreto armado: generalidades; histórico; propriedades do aço; proteção da armadura; aderência; tipos de barras; disposições construtivas gerais; disposição geral dos principais elementos da estrutura.
- 39 - Aplicação do concreto: generalidades; blocos de concreto premoldados; meios-fios e sargetas; tubos de concreto; postes ornamentais para iluminação; produtos de fibro-cimento.

IV - Argamassas

- 40 - Generalidades.
- 41 - Materiais componentes: cimento e cal; areia.
- 42 - Propriedades: generalidades; resistência mecânica; consistência; impermeabilidade; efluorescência.
- 43 - Dosagem.
- 44 - Produção.
- 45 - Aplicações: acabamento das paredes; assentamento de alvenarias.
- 46 - Pastas.

V - Pedras naturais

- 47 - Definições: importância do estudo; definição de rocha; de-

finição de mineral.

- 48 - Noções sôbre os tipos de rochas empregados nas construções, especialmente aquelas que ocorrem nas formações geológicas do Brasil.

VI - Pedras de construção

- 49 - Tipos de rocha usados.
- 50 - Fatores que orientam a escolha das pedras de construção: custo; aspecto; durabilidade.
- 51 - Propriedades: absorção; compressão; resistência ao fogo; dilatação; módulo de elasticidade; desgaste; durabilidade.
- 52 - Variedades mais importantes das pedras para construção; rochas ígneas e gneiss; arenitos e quartzitos; calcários; mármore.
- 53 - Ocorrências: tipos de ocorrência; ocorrências no Brasil; particularidades de estrutura das pedreiras.
- 54 - Noções de lavra das pedreiras: generalidades; trabalhos preliminares; disposição geral da pedreira; métodos de exploração; extração.
- 55 - Trabalho da pedra: serragem; aparelho manual; aparelho mecânico; polimento.

VII - Materiais cerâmicos

- 56 - Generalidades.
- 57 - Plasticidade: medida da plasticidade; limites de plasticidade; fatores que influem sôbre a plasticidade; teoria da plasticidade.
- 58 - Endurecimento: dessecação; cozimento; medida das propriedades mecânicas das pastas cozidas; medida das temperaturas.
- 59 - Contração e porosidade: contração; porosidade; fatores que influem sôbre a contração e a porosidade.
- 60 - Dilatação: ajustagem do vidrado à pasta; resistência da pasta a variações bruscas de temperatura; medida da dilatação; resultados de medidas.
- 61 - Matérias primas: argilas; antiplásticas; fundentes.
- 62 - Noções de fabrico: preparo das pastas; trabalho das pastas; enxugo; cozedura; vidrado.
- 63 - Produtos cerâmicos: classificação; definições tijolos e tã

lhas; refratários; ladrilhos; azulejos; manilhas; louças sanitária.

VIII - Vidros

- 64 - Generalidades - Característicos do estado vítreo: histórico; característicos; estado vítreo; fusão viscosa; patamar de fusibilidade; viscosidade do vidro; têmpera; desvitrificação; transparência.
- 65 - Propriedades; inalterabilidade; resistência mecânica dos vidros; elasticidade; densidade; propriedades térmicas; propriedades elétricas; dilatação.
- 66 - Composição química: vidro branco ordinário; cristal; vidros aluminosos; vidros científicos.
- 67 - Noções de fabricação: matérias primas; fusão; fornos de fusão; trabalho de vidro; recozimento; defeitos do vidro.
- 68 - Noções de fabricações especiais: vidraça; espelhos.

IX - Materiais asfálticos

- 69 - Generalidades.
- 70 - Natureza química das substâncias betuminosas.
- 71 - Origem das substâncias betuminosas: teorias inorgânicas; teorias orgânicas.
- 72 - Descrição sucinta dos processos de extração e refino do asfalto e de produção do alcatrão breu.
- 73 - Aplicações dos materiais betuminosos: aplicações em pavimentação; aplicações em impermeabilização e proteção.
- 74 - Ensaios: solubilidade no sulfureto de carbono; ductilidade; penetração; viscosidade; ponto de amolecimento; ponto de inflamação.

X - Madeiras

- 75 - Generalidades.
- 76 - Distribuição das florestas na América do Sul.
- 77 - Extensão das florestas brasileiras.
- 78 - Caráter das florestas brasileiras: Floresta Amazônica; florestas da encosta Atlântica e das bacias do Paraná e Paraguaí; pinheirais; matas do interior.
- 79 - Nomes das madeiras; identificação empírica; denominações

vulgares; identificação botânica; nomenclatura científica; identificação micrográfica; ligeiro histórico da identificação micrográfica.

- 80 - Fisiologia da árvore.
- 81 - Anatomia do tronco: descrição das partes principais do tronco; microestrutura do lenho.
- 82 - Madeiras utilizadas nas construções; distinção entre Conífera e Dicotiledôneas; Coníferas usadas no Brasil; Dicotiledôneas usadas no Brasil; Coníferas usadas no estrangeiro; Dicotiledôneas usadas no estrangeiro.
- 83 - Propriedades físicas e mecânicas das madeiras; generalidades; propriedades físicas; propriedades mecânicas.
- 84 - Secagem da madeira: finalidades da secagem; secagem natural; secagem artificial.
- 85 - Destruição da madeira: generalidades; apodrecimento.
- 86 - Destruição pelo fogo; generalidades; combustão da madeira; destilação da madeira; tentativa para evitar a queima da madeira; extinção de incêndios; medidas de prevenção.
- 87 - Destruição por animais: ataque por animais marinhos; ataque pelos insetos.
- 88 - Tratamento para a proteção da madeira: tratamentos internos; tratamento externo.
- 89 - Silvicultura: valor das florestas; erosão; silvicultura.

XI - Metais - Estudo geral das ligas

- 90 - Constituição: generalidades; diagramas de constituição; construção dos diagramas de constituição.
- 91 - Estrutura: estrutura microscópica; macrografia.
- 92 - Ensaio mecânicos: generalidades; tração; dureza; dobramento; choque; fadiga.
- 93 - Tratamentos: tratamentos térmicos; tratamentos mecânicos; tratamentos químicos - cementação.
- 94 - Soldas e caldeamento; soldas comuns; solda autogênica; caldeamento.

XIII - Ligas de ferro

- 95 - Definições.
- 96 - Produção e consumo mundial.

- 97 - Produção e consumo no Brasil: importação; produção nacional; consumo nacional; distribuição dos produtos; considerações sobre preços e consumo atuais no Brasil; perspectivas para o futuro e usinas nacionais; evolução histórica da siderurgia no Brasil.

XIII - Noções de siderurgia

- 98 - Minérios de ferro; minério e mineral; teor em ferro; ganga; principais minérios de ferro; distribuição mundial dos minérios de ferro; situação do Brasil quanto às reservas do minério de ferro; jazidas de ferro do Brasil; extração de minério de ferro brasileiro.
- 99 - Fundentes.
- 100 - Matérias primas acessórias: minérios de manganês; de silício; de estanho e zinco; de cromo; de tungstênio, vanádio e molibdênio; refratários.
- 101 - Combustível e redutor: coque metalúrgico; carvão vegetal.
- 102 - Fabricação: preparo dos minérios; generalidades sobre a fabricação dos produtos siderúrgicos; fabricação da fonte; fabricação do ferro puddado; fabricação do ferro eletrolítico; fabricação do aço de cadinho; fabricação do aço em conversor; fabricação do aço em forno de reverbero; fabricação do aço pelo forno elétrico; vasamento do aço; tratamento dos lingotes; ligas industriais.

XIV - Ligas não ferrosas

- 103 - Cobre: produção; propriedades; aplicações.
- 104 - Zinco: produção; propriedades; aplicações.
- 105 - Alumínio: produção; propriedades; aplicações.
- 106 - Chumbo, estanho e níquel; chumbo; estanho; níquel.
- 107 - Latões: constituição, aplicações industriais; latões especiais.
- 108 - Bronzes: constituição-propriedades; aplicações; bronzes especiais, bronze com zinco; bronze com chumbo; bronze fosforoso.
- 109 - Trabalho a frio dos latões e bronzes.
- 110 - Ligas de alumínio: ligas cobre-alumínio; aplicações; ligas

alumínio-zinco; ligas alumínio-magnésio; duralumínio.

111 - Ligas antifrições.

112 - Ligas de baixa fusibilidade.

Aprovado pelo C.T.A.

e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 11

HIDRÁULICA; HIDRÁULICA URBANA E SANEAMENTO

PRIMEIRA E SEGUNDA PARTES

Professor designado:

DR. LUCAS NOGUEIRA GARCEZ

Primeira Parte

HIDRÁULICA

I - Princípios fundamentais

- 1 - Introdução histórica. Objeto, utilidade, caráter e métodos da hidráulica. Programa do curso. Bibliografia.
- 2 - Propriedades mecânicas dos fluidos. Modelo mecânico. Viscosidade e dissipação de energia. Comunicação lateral do movimento. Atrito nas paredes. Coeficiente de viscosidade. Fluxos perfeitos.
- 3 - Hidrostática. Pressões e tensões. Resultante das pressões sobre uma partícula. Potencial das pressões. Potencial total. Condições de equilíbrio de uma massa fluida. Equação geral da hidrostática.
- 4 - Hidrostática. Equilíbrio dos líquidos pesados. Carga. Equilíbrio relativo dos fluidos. Pressões sobre as superfícies. Princípio de Arquimedes. Equilíbrio dos corpos flutuantes.
- 5 - Correntes líquidas. Classificação dos modos de movimento. Águas correntes e movimentos de agitação. Vasão e velocidade de média. Corrente permanente, não permanente, uniforme e variada. Regimen tranquilo e regimens turbulentos ou hidráulicos. Velocidade crítica. Movimento médio.
- 6 - Equações gerais do movimento dos fluidos. Equação de continuidade. Equações do movimento dos fluidos levando em conta a viscosidade. Movimentos rotacionais e irrotacionais.
- 7 - Movimento permanente. Equação de energia. Teorema de Ber-

noulli. Demonstração clássica. Demonstrações experimentais. Aplicação ao movimento relativo.

- 8 - Movimento permanente. Distribuição das pressões em correntes líquidas de dimensões finitas. Regras de Bresse. Trechos de escoamento. Quantidade de movimento e força viva. Extensão do teorema de Bernoulli às correntes líquidas. Perda de carga. Equação fundamental do movimento permanente. Movimento uniforme.
- 9 - Experimentação sobre modelos reduzidos. Teoria da semelhança e sua aplicação à hidromecânica.

II - Movimento água nos condutos forçados

- 10 - Movimento permanente uniforme. Generalidades. Forças oriundas da viscosidade. Distribuição das velocidades. Fórmulas de resistência dos encanamentos.
- 11 - Fórmulas práticas. Estudos experimentais. Histórico das fórmulas de resistência. Período antigo. Período moderno. Fórmulas recentes. Comparação das diversas fórmulas. Critério para a escolha de uma fórmula. Influências diversas. Incrustações. Determinação experimental dos coeficientes. Tabelas e ábacos.
- 12 - Perdas de carga locais. Alargamento brusco. Teorema de Borda e Belanger. Estreitamento brusco. Diafrágmãs. Torneiras e registros. Alargamentos e estreitamentos graduais. Mudanças de direção.
- 13 - Construção da linha de carga. Suas diferentes posições relativamente ao encanamento. Sua influência sobre as condições do escoamento.
- 14 - Encanamentos de recalque. Condições de economia. Potência do motor elevatório. Tomada água em um encanamento de recalque.
- 15 - Movimento permanente variado. Encanamentos troncônicos. Mixtos equivalentes. Encanamentos de vazão variada e diâmetro constante. Serviço em trânsito. Encanamentos alimentados pelas duas extremidades.
- 16 - Encanamentos complexos. Dois problemas gerais. Condições de mínimo custo. Problemas dos três reservatórios e sua generalização.
- 17 - Movimento variável. Ondas de pressão e sua propagação (Golpes de aríete).
- 18 - Oscilações em massa. Chaminés de equilíbrio e colunas oscilantes.

III - Movimento água nos condutos livres

- 19 - Movimento permanente uniforme. Generalidades. Distribuição transversal das pressões e das velocidades. Pulsação dos rios. Velocidade média. Equação geral de resistência. Capacidade hidráulica de uma seção transversal. Profundidade normal.
- 20 - Fórmulas práticas antigas e modernas. Variações do coeficiente de rugosidade. Fórmulas sem coeficiente de rugosidade para os rios de leito movediço. Tabelas e ábacos.
- 21 - Influências diversas sobre a perda de carga no movimento das águas correntes. Grandeza da seção. Rádio médio. Forma. Mudanças de direção. Natureza do leito. Seção transversal mais econômica. Velocidades práticas nos canais.
- 22 - Movimento permanente variado. Equação fundamental. Seus limites de aplicação. Canais prismáticos. Característicos gerais do movimento. Energia específica. Profundidade, vazão e declividade críticas. Várias formas da equação do movimento variado.
- 23 - Movimento permanente variado. Classificação dos cursos d'água, rios e torrentes. Estados da corrente. Obstáculos submersos. Estabelecimento da corrente. Influência da energia cinética. Eixo hidráulico. Suas propriedades e tipos diversos.
- 24 - Integração da equação fundamental no movimento permanente gradualmente variado. Integração de Ruhlmann, Bresse e Tolkmitt. Limitações do seu emprego. Integração de Bakhmeteff. Tabelas.
- 25 - Integrações aproximadas. Curvas de remanso nos cursos d'água naturais. Aplicações.
- 26 - Fenômenos locais. Teoria do resalto superficial. Mudanças graduais da forma e dimensões do leito dos cursos d'água. Estreitamentos. Alargamentos. Efeitos das bacias. Mudanças bruscas. Passagem de rios sob pontes.

IV - Movimento água por escoamento

- 27 - Escoamento a nível constante. Orifícios. Generalidades e indicações experimentais. Velocidade do escoamento. Fórmula de Torricelli. Contração da veia líquida. Cálculo da vazão. Coeficiente de velocidade de contração e de vazão. Determinação experimental dos coeficientes. Orifícios semelhantes.
- 28 - Influências diversas sobre o escoamento pelos orifícios. Influência da forma e das dimensões. Grandes orifícios. Adufas. Contração completa e incompleta. Orifícios afogados. Orifícios seguidos de calhas.

- 29 - Teoria dos bocais ou tubos adicionais. Equação do movimento. Bocal cilíndrico. Bocal de Borda. Pressão média na veia contraída. Bocal cônico: convergente e divergente.
- 30 - Vertedores, Generalidades. Carga. Formas do lençol. Fatores de vazão. Estabelecimento das fórmulas de escoamento. Vertedores em parede espessa. Princípio de máxima vazão. Assimilação ao ressalto superficial. Vertedores em parede delgada.
- 31 - Influências diversas sobre o escoamento por vertedores. Influência da velocidade a montante; da contração lateral; da espessura da soleira; da altura do vertedor. Fórmulas práticas. Tipos particulares de vertedores. Determinação dos coeficientes em modelos reduzidos.
- 32 - Escoamento sob carga variável. Regime dos reservatórios. Efeitos de represamento. Reservatório alimentado e não alimentado. Reservatórios comunicantes.

V - Movimento das águas subterrâneas

- 33 - Movimento da água através das camadas permeáveis. Leis da filtração. Várias teorias. Determinação da vazão dos poços. Filtros.

VI - Impulsão e resistência dos meios líquidos

- 34 - Impulsão dos meios líquidos. Generalidades. Impulsão contra plano fixo. Impulsão contra outras superfícies fixas. Verificação experimental. Caso da superfície em movimento.
- 35 - Resistência dos meios líquidos. Resistência ao movimento de superfícies planas submersas. Resistência ao movimento de corpos submersos e flutuantes. Resistência dos navios. Experimentação sobre modelos reduzidos.

VII - Hidrometria - Processos de medida e observação

- 36 - Processos de medida. Medida de profundidades e das variações do nível d'água. Medida das pressões; piezômetros. Medida da velocidade: flutuadores, bastões lastrados, cortinas móveis, molinetes, contador Venturi, tubo de Pitot e instrumentos diversos.
- 37 - Medida das vazões. Medição direta. Avaliação pela velocidade e seção de escoamento. Emprego das fórmulas de vazão dos orifícios, bocais e vertedores. Emprego de máquinas hidráulicas. Processos químicos de avaliação. Processos di-

versos. Aferição dos instrumentos.

38 - Laboratórios hidráulicos. Técnica dos modelos reduzidos.

EXERCÍCIOS

- 1 - Pressões sobre superfícies plana e curva.
- 2 - Equilíbrio relativo dos líquidos em movimento uniforme de rotação em torno de eixo horizontal ou vertical.
- 3 - Estabilidade do equilíbrio de prismas flutuantes. Caixões flutuantes.
- 4 - O teorema de Bernoulli.
- 5 - Encanamentos simples. Emprego de tabelas e ábacos.
- 6 - Perdas de carga locais.
- 7 - Encanamentos de recalques.
- 8 - Encanamentos mistos e com serviço em trânsito. Rêdes de distribuição de água.
- 9 - Problema dos três reservatórios.
- 10 - Golpe de ariete.
- 11 - Canais em movimento uniforme. Tabelas e ábacos.
- 12 - Eixo hidráulico no caso de represas em cursos da água (Remanso).
- 13 - Escocamento a nível constante em orifícios e bocais.
- 14 - Vertedores.
- 15 - Escocamento a nível variável. Regime dos reservatórios.

TRABALHOS PRÁTICOS

- 1 - Demonstrações experimentais do teorema de Bernoulli.
- 2 - Demonstração experimental do golpe de ariete.
- 3 - Demonstração e estudo das principais configurações do movimento variado nos canais. Ressonância superficial.
- 4 - Determinação de coeficientes de vazão de bocais e orifícios.
- 5 - Determinação de curvas de vazão de vertedores.
- 6 - Estudo experimental da forma do lençol líquido em vertedores.

Modelos reduzidos de vertedores. Vertedores afogados.

- 7 - Estudo experimental dos vários taquímetros hidráulicos: tubos de Pitot, molinetes, etc..
- 8 - Medição de vazão dos rios Tietê ou Tamanduatehy.
- 9 - Demonstração dos métodos de vazão, pressões, etc..

Segunda Parte

HIDRÁULICA URBANA E SANEAMENTO

I - Abastecimento d'água.

- 1 - Generalidades. Órgãos constitutivos duma distribuição d'água. Apanhado histórico. Bibliografia.
- 2 - Água necessária aos usos individuais, domésticos, higiênicos e industriais. Quantidade d'água para as diferentes espécies de consumo. Volumes a distribuir nas cidades. Exemplos.
- 3 - Noções de hidrologia. Origem das águas. Classificação. Águas meteóricas. Águas superficiais. Águas subterrâneas. Estudo pluviométrico, hidráulico, topográfico e geológico das bacias.
- 4 - Captação. Água meteórica. Cisternas. Águas superficiais. Torrentes, rios e lagos.
- 5 - Águas subterrâneas. Águas de fontes. Poços de diferentes espécies.
- 6 - Reservatórios de acumulação. Represamento de vales extensos. Tomada d'água e acessórios.
- 7 - Adução. Condução d'água pela gravidade. Canais. Aquedutos. Conduitos forçados. Obras especiais e dispositivos acessórios.
- 8 - Adução. Condução d'água por elevação mecânica. Estabelecimento de elevação. Tipos de bombas. Torres ou castelos. Reservatórios elevados. Obras e dispositivos especiais.
- 9 - Reservação. Papel e função do reservatório de distribuição. Reservatórios enterrados e em elevação. Locação, altitude, forma, capacidade e profundidade.
- 10 - Reservação: Construção dos reservatórios. Materiais de construção. Coberturas. Dispositivos. Acessórios. Exemplos.
- 11 - Distribuição: Estudos topográficos e estatísticos. Tipos de redes de distribuição. Rede ramificada. Rede malhada. Cálculos para o estabelecimento dos diâmetros dos vários encanamentos. Exemplos numéricos.

- 12 - Modos de distribuição: Serviço contínuo e serviço intermitente. Alta e baixa pressão. Separação dos serviços higiênicos e da indústria. Serviço público. Fontes, chafarizes, etc.. Distribuição domiciliar. Torneira livre, pena d'água, hidrômetro. Estudo comparativo dos três sistemas. Principais tipos de hidrômetros.
- 13 - Instalações complementares da rede. Registos de parede, de descarga, de ar, de incêndio, de irrigação. Chafarizes e fontes monumentais.
- 14 - Diversas espécies de tubos usados nas redes de distribuição. Meios empregados para evitar o seu ataque pela água e pela terra. Redução dos diâmetros nos tubos velhos. Corrosão das paredes. Eletrólise.
- 15 - Assentamento das canalizações e das peças especiais. Confeção das juntas dos tubos de ponta e bolsa e dos de "flanges". Precauções que devem ser tomadas no assentamento, quer em planta, quer em perfil. Desinfecção das canalizações.
- 16 - Conservação, manutenção e custeio dos serviços de abastecimento de águas. Verificação das fugas na rede. Aparelhos e hidrômetros especiais.

II - Esgotos

- 17 - Generalidades. Espécies de líquidos a esgotar. Apanhado histórico. Bibliografia.
- 18 - Sistema estático. Tipos de instalações sanitárias onde não exista esgoto público. Coleta e transporte. Fossas fixas. Fossas fixas diluidoras e de esgotamento automático. Tipos diversos.
- 19 - Dados necessários ao estudo de um projeto de esgotos. Estudos topográficos e estatísticos. Escolha do local de lançamento. Volumes de águas a esgotar. Águas servidas; relação com o suprimento de água potável. Infiltração de água subterrânea.
- 20 - Volume de água a esgotar. Águas meteóricas. Chuva excessiva; avaliação de sua intensidade. Influência da infiltração, evaporação e retardamento. Coeficiente de eflúvio. Fórmulas empíricas. Método racional de avaliação.
- 21 - Sistema dinâmico. Deflúvio pela ação da gravidade. Sistema unitário. Sistema separador; parcial e absoluto. Critério para a escolha.
- 22 - Sistema dinâmico. Esgotamento por elevação distrital. Sistema radial ou por elevação distrital direta. Sistemas pneumáticos e hidrodinâmicos. Sistema telehidrodinâmico de Saturnino de Brito. Estações de elevação.
- 23 - Redes de canalizações; sua analogia com o escoamento natu-

ral das águas superficiais. Sujeições impostas pela topografia do traçado das ruas. Elementos constitutivos de uma rede; ramais, coletores secundários, primários, interceptadores, vertedores e emissários.

- 24 - Cálculo da rede de canalizações. Descarga, velocidade, declividade e seção. Tipos de seções. Diagramas.
- 25 - Construção das canalizações. Materiais empregados. Tubos de grés cerâmico. Dimensões usuais. Assentamento. Confecção das juntas, vários tipos. Tubos de cimento moldado. Tubos de ferro fundido; casos especiais de sua aplicação.
- 26 - Construção das canalizações. Galerias de tijolos; de concreto simples; de concreto e tijolos; de concreto armado. Fundações. Revestimento interno. Precauções contra as fugas.
- 27 - Órgãos acessórios da rede. Boças de lobo, caixas de areia. Olhais de inspeção e ventilação. Obras de lançamento; vertedores e emissários. Concordância das canalizações de grande diâmetro. Sifões. Pontes.
- 28 - Saneamento da rede. Ventilação. Vários métodos. Fechos hidráulicos. Lavagem. Tanques fluxíveis.
- 29 - Conservação, manutenção e custeio dos serviços de esgotos. Inspeção contínua. Remoção de depósitos e raízes. Explosões nos esgotos.

III - Noções de urbanismo em suas relações com a técnica sanitária

- 30 - Generalidades. Efeitos e consequências sanitárias inerentes às aglomerações urbanas. Medidas gerais de prevenção e correção.
- 31 - A casa; o lote; a rua; a quadra; Interdependência desses elementos. Limitação de altura. Limitação de ocupação no lote e na quadra. Alinhamento de frente e fundo. Jardins interiores. Reentrâncias e passagens. Garantia de escoamento das águas superficiais e servidas das quadras.
- 32 - A rua. Suas funções. Orientação e largura. Perfis transversais e longitudinais. Rampa máxima e mínima. Diferenciação das ruas de acordo com as exigências de circulação, de higiene e de estética.
- 33 - Os sistemas de ruas e seu traçado. Fatores que o governam. Centro principal e centros secundários. Vias perimetrais e radiais. Influências da topografia, dos ventos predominantes e outras.
- 34 - Os bairros e sua especialização. Bairros comerciais, industriais e residenciais. Zonas. Estabelecimentos e indústrias insalubres, incômodas e perigosas.

- 35 - Espaços livres. Áreas de brinquedos e recreativas. Jardins e parques de repouso. Distribuição e coordenação de a cõrdo com a população e área da cidade. Avenidas. Parques. Grandes parques Estaduais e Nacionais.
- 36 - Correção dos distritos urbanos insalubres. Desapropriações; alargamento; redistribuições. Regulamentação dos loteamentos.
- 37 - Cidades Jardins e Cidades Satélites. Planos regionais.
- 38 - Proteção dos solos nas cidades. Enxugo e drenagem. Revestimentos e calçamentos em geral. Conservação, irrigação, varredura e limpeza.
- 39 - Remoção do lixo e detritos sólidos. Aparelhos e câmaras de coletação. Vários sistemas. Separação das matérias inertes das putrescíveis. Meios de transportes usuais. Veículos apropriados. Canalizações subterrâneas.
- 40 - Cemitérios. Situação e melhor estabelecimento. Remoção e destruição dos cadáveres. Inumação e cremação. Vantagens e inconvenientes. Aplicações da Biologia à Técnica Sanitária.
- 41 - Generalidades. Papel dos sêres vivos na natureza. Ação sobre o meio exterior. Papel dos bactérios. Fermentações e putrefações.
- 42 - Principais moléstias infecciosas e o papel do engenheiro na sua profilaxia. Parasitos animais: insetos, vermes, protozoários. Parasitos vegetais: germes protófitos e patogêneos.
- 43 - Relações da água com as moléstias infecciosas. Febre tifóide, cólera; desinterias, etc.. Contaminação e poluição das águas. Meios de descobri-las e evitá-las.
- 44 - Desinfecção. Desinfetantes físicos e químicos. Aparelhos. Estabelecimentos de desinfecção.
- 45 - Inconvenientes dos mosquitos, moscas, ratos e outros animais nocivos. Meio de defesa e destruição.
- 46 - Organização sanitária dos acampamentos, canteiros de trabalhos, emprêsas industriais, etc..

IV - Depuração das águas de alimentação, das de esgotos e dos resíduos sólidos

- 47 - Águas potáveis. Qualidade. Critério de potabilidade. Análises: química, micrográfica e bacteriológica.
- 48 - Métodos gerais de purificação das águas potáveis. Sedimentação simples. Filtração natural. Enriquecimento do lençol subterrâneo.
- 49 - Sedimentação após coagulação. Tipos de bacias de coagulação

- e sedimentação. Reagentes químicos empregados. Misturas com as águas a tratar. Dupla coagulação e sedimentação.
- 50 - Teoria da filtração das águas. Filtros lentos. Tratamento preliminar. Tipos diversos de filtros lentos. Qualidades da areia. Rendimento. Órgãos acessórios e pormenores de construção.
 - 51 - Filtros rápidos ou mecânicos. Coagulação e sedimentação prévia. Tipos diversos. Rendimento. Disposição geral de uma instalação de filtração mecânica.
 - 52 - Processos físicos e químicos de purificação. Redução da dureza. Desinfecção das águas. Calor. Raios ultra-violetas. Ozono. Cloro e seus compostos. Implantação das obras de depuração.
 - 53 - Águas servidas e imundas; perigos e danos. Processos de purificação. Grau de purificação. Processos mecânicos: crições e grades, caixas de areia e graxa, bacias de decantação, filtração. Processos químicos e eletrolíticos.
 - 54 - Depuração biológica natural. Diluição em cursos d'água e no mar. Fenômenos de auto depuração. Depuração pelo solo. Filtração e irrigação.
 - 55 - Depuração biológica artificial. Decantação e fermentação das lamas. Fossas sépticas. "Biolytic Tank". "Hydrolytic Tank". Fossas Imhoff etc..
 - 56 - Leitos bacterianos. Leitos de contato. Leitos percoladores. Construção. Materiais. Funcionamento. Lamas ativas ou ar difuso. Outros processos. Desinfecção do afluente.
 - 57 - Resíduos sólidos. Origem, quantidade e composição. Tratamento de lixo. Processos: Lançamento ao mar, ao solo, alimentação de porcos. Utilização agrícola e como combustível. Incineração. Fusão e destilação. Tratamento biológico. Celas Beccari.

TRABALHOS PRÁTICOS

- 1 - Projeto de captação de águas superficiais.
- 2 - Projeto de adução de águas pela gravidade ou por elevação mecânica.
- 3 - Projeto de reservatório de distribuição.
- 4 - Projeto de rede de distribuição.
- 5 - Projeto de instalação sanitária onde não exista esgoto público. Casas isoladas (sistema estático).

- 6 - Projeto de esgôto público. Cálculo da rêde e detalhe de construção.
- 7 - Projeto de urbanização de uma gleba.
- 8 - Projeto de instalação de infiltração de águas para alimentação.
- 9 - Projeto de instalação biológica artificial para depuração de águas servidas.

Aprovado pelo C.T.A.

e pela Congregação.

Caixa 3

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 12

NOÇÕES DE ARQUITETURA E CONSTRUÇÕES CIVIS; HIGIENE
DAS HABITAÇÕES; HISTÓRIA DA ARQUITETURA
PRIMEIRA E SEGUNDA PARTES

Professor Catedrático:

DR. BRUNO SIMÕES MAGRO

Primeira Parte

I - Introdução ao estudo da matéria

Idealização e realização das obras de construção civil. O elemento intermediário constituído pelo projeto. Programas. Orientação sentimental e prática. Arte e Ciência. A missão do Engenheiro e do Arquiteto.

II - Noções de arquitetura

- 1 - Origem e evolução da Arquitetura.
- 2 - Noções de composição arquitetônica. Princípios fundamentais.
- 3 - O estilo em Arquitetura. Influências diversas. O clima, os materiais e os processos de construção.
- 4 - A coluna e a arquitrave, o arco e a abóbada.
- 5 - Síntese do desenvolvimento da Arquitetura nas diversas épocas. Antiguidade. Idade Média, Renascença. A Arquitetura Néo-Clássica. Arte Moderna e Contemporânea.
- 6 - Tipos de edifícios públicos e privados.

III - Construções civis

- 7 - Desenvolvimento e histórico dos processos de construção civil em função dos materiais disponíveis em cada região.

As tendências modernas em face dos novos materiais e dos últimos processos de construção.

8 - Organização do projeto

- a) Dados indispensáveis. Conhecimento do terreno, dos materiais disponíveis, dos processos construtivos e das condições econômico-sociais da região. Exigências legais e administrativas. Recursos financeiros.
- b) Partes componentes de um projeto: desenhos, memorial descritivo, especificações, orçamento, cálculos estáticos.

9 - Organização dos serviços.

- a) Trabalhos preliminares: regularização do terreno, locação dos alicerces, construções temporárias; instalação provisória dos serviços de água, esgotos, luz, força e telefones; elevadores para materiais; maquinismos diversos.
 - b) A obra definitiva, Organização técnica dos serviços de construção. Direção, administração, fiscalização; medição e verificação das obras. Estatística da produção. Cálculo do custo efetivo dos serviços.
- 10 - Terraplenagem para regularização do terreno e para obras de fundação. Aproveitamento da terra escavada. Serviços complementares: escoamento, esgotamento de valas, drenagem do terreno.
- 11 - Fundações e alicerces. Generalidades sôbre fundações. Classificação. Fundações: direta, artificial e indireta. Escolha do sistema de fundação. Contra-indicações típicas.
- 12 - Fundações indiretas. Alicerces sôbre pilares. Alicerces sôbre estacas. Estacas cravadas: de madeira, metálicas e de concreto armado pre-moldadas. Estacas de concreto armado fundidas no sub-solo, com ou sem tubo metálico protetor.
- 13 - Alicerces de edifícios. Sapatas isoladas e contínuas. Sistema misto. Lages gerais e parciais. Construções em terrenos inclinados e à beira de barrancos.
- 14 - Alvenarias. Generalidades. Classificação. Concreto simples e armado. Aplicações.
- 15 - Alvenarias de pedra. Classificação. Alvenaria ordinária de pedra sôca, alvenaria ordinária com argamassa, alvenaria de pedra aparelhada. Regras gerais de construção. Tipos de aparelhos. Aplicação.
- 16 - Alvenaria de tijolo. Regras gerais de construção. Tipos de aparelhos. Comparação da alvenaria de tijolo com a de pedra. Vantagens e inconvenientes. Alvenaria de tijolo aparente, alvenaria revestida.

- 17 - Cantaria. Distinção entre cantaria e alvenaria de pedra aparelhada. Preparo das pedras, trabalho de canteiro; assentamento das pedras, trabalho do pedreiro. Técnica da cantaria. Classificação das cantarias. Aplicações.
- 18 - Alvenarias de tipo misto. Construção de concreto; obras de terra pisoada.
- 19 - Alçado dos edifícios. Obras de estrutura de fechamento das malhas de acabamento. Estruturas de madeira, metálicas e de concreto armado. Material de enchimento. Paredes de alvenaria servindo, a um só tempo, de estrutura e de fecho: perimétricas, internas de resistência e internas de simples divisão. Pilastras de reforço, percintas de amarração. Determinação das espessuras das paredes. Prescrições regulamentares.
- 20 - Frestas em paredes de alvenaria. Vãos de portas e janelas. Guarnição de cantaria. Ombreiras, padieira, soleira, peitoril, lages de sacada. Cobertura dos vãos. Técnica antiga e moderna.
- 21 - Arcos e abóbadas. Tipos diversos. Estudo sob duplo aspecto construtivo e decorativo. Comparação com a cobertura plana em terraço. Orientação moderna.
- 22 - Suportes isolados. Pilares e colunas. Importância de seu estudo do ponto de vista construtivo e decorativo.
- 23 - Obras de proteção das paredes externas. Seu aproveitamento como elemento de decoração arquitetônica. Cornijas. Frontões. Coroamento de portas e janelas, peitoris, faixas e molduras.
- 24 - Revestimento de paredes. Tipos diversos para revestimento externo e interno. Estudo do revestimento plástico em lençol e do revestimento com placas de pedras naturais ou artificiais.
- 25 - Pisos internos e externos de pedra natural e artificial. Preparo do leito. Material de piso. Tipos diversos: em lençol contínuo, de ladrilhos hidráulicos ou cerâmicos, de placas de granito ou de mármore. Calçamento de pátios. Técnica da execução dos diversos tipos.
- 26 - Madeiramento de telhado. Tipos de platibanda e de beiral. Partes componentes: tesouras, madeira grossa, caibros e ripas. Dimensionamento das peças. Cargas normais e sobrecargas regulamentares. Seções comerciais e madeiras mais empregadas.
- 27 - Tesouras de madeira, de ferro e mistas. Estudo dos tipos mais empregados.
- 28 - Acabamento das coberturas. Calhas. Condutores. Águas-furtadas. Rufos e gárgulas.
- 29 - Vigamentos de soalho. Material. Cargas. Barrotes. Tarugos. Madres de madeiras e metálicas. Vigamento estribado.

- 30 - Soalhos. Fixação. Madeiras usadas. Tabeiras. Tipos de centro. Soleiras. Tacos. Mosáicos. Afagamento.
- 31 - Linóleos. Borrachas. Rodapés. Alizares.
- 32 - Tetos de madeira. Vigamento aparente. Isolamento do som. Revestimentos. Caixotoes. Madeiras usadas.
- 33 - Tetos de alvenaria. Arcabouço. Enchimento. Precauções especiais. Decoração. Tetos de treliça para ventilação.
- 34 - Escadas. Generalizadas. Tipos diversos. Material. Dimensões da escada e dos degraus. Degrau de partida. Perfil do degrau. Linha de piso. Patamares. Altura livre de passagem. Balanços. Lanços.
- 35 - Escadas externas de alvenaria. Material de revestimento. Escadas monumentais. Construção das escadas de pedra, de mármore, de tijolo prensado.
- 36 - Escadas internas de alvenaria. Simples e helicoidais. Escadas monumentais.
- 37 - Escadas de madeira. Banzos. Degraus. Grades de proteção. Escadas de caracol. Escadas decorativas.
- 38 - Escadas metálicas. Ferro fundido e laminado. Escadas de socorro.
- 39 - Vedos de portas. Dimensões. Condições de segurança.
- 40 - Tipos de portas de madeira. Almofada. Calha. Portas engradadas e portas compensadas. Portas vidraças. Portas rolantes.
- 41 - Vedos de janelas. Dimensões. Tipos de caixilhos. De abrir, de suspender, de correr e giratórias. Bandeiras. Venezianas e taipais. Tipos diversos. Rótulas.
- 42 - Ferragens de refôrço, de articulação e de fêcho.
- 43 - Vidros. Nomenclatura. Espessura. Vitrais. Cristais. Praxes comerciais.
- 44 - Serviço de pintura. Pintura a óleo, a cal e a verniz. Técnicas diversas. Papel pintado. Enceramento.
- 45 - Serralheria. Balaustradas. Gradis. Obras diversas. Portas e caixilhos. Portas de ferro ondulado e em rótula.
- 46 - Instalação dos serviços de eletricidade, luz e fôrça. Aparelhos. Campainhas. Telefones. Rádio. Para-ráio.
- 47 - Instalação de gás. Aparelhos de aquecimento e de iluminação.
- 48 - Instalação de elevadores e monta-cargas. Regulamentos municipais.

IV - Higiene das habitações

- 49 - Conceito de higiene. Condições gerais para a conservação da saúde. Saneamento dos edifícios e dos terrenos circunvizinhos. O solo, as águas, o ar e o clima estudados do ponto de vista higiênico. A casa salubre, alegre e confortável.
- 50 - Os materiais e os processos de construção na higiene das habitações. A umidade nas construções civis. Meios de evitá-la. Corretivos.
- 51 - Instalação dos serviços de água. Derivação da rede pública de abastecimento. Ramal domiciliar. Sistemas de distribuição. Reservatórios, serviço de elevação mecânica. Canalização de água fria e de água quente. Aquecedores de alta e de baixa pressão. Grandes e pequenas instalações.
- 52 - Esgotos sanitários e de águas pluviais. Ramal domiciliar. Condições técnicas, material, execução dos serviços. Instalações segundo o sistema unitário e o separador. Exigências regulamentares da administração pública. Rede domiciliar em lugares afastados da rede pública. Destino a dar-se às águas residuais.
- 53 - Utilização das redes de água e esgotos. Válvulas diversas, registros, torneiras, filtros. Aparelhos sanitários para lavagens e para ejetos, pias, banheiras, "bidets", despejos, latrinas, mictórios, ralos. Obturadores hidráulicos. Tipos de sifão. Caixas de gordura. Escolha e instalação. Necessidade do uso de material de boa qualidade, de aparelhos apropriados e de aparelhadores idôneos.
- 54 - Lixo domiciliar. Coleta. Cremação.
- 55 - Ventilação. Ventilação natural e artificial. Ar beneficiado. Definição. Condições de conforto. Técnica do beneficiamento do ar: ciclos de inverno e de verão.
- 56 - Iluminação natural e artificial. Disposição das aberturas de iluminação. Vidros indicados para os vedos.
- 57 - Situação, orientação e insolação dos edifícios. Influência do sol, das chuvas e dos ventos sobre as condições de salubridade das habitações.
- 58 - O fenômeno da insolação. Estudo teórico. Aplicações práticas no campo da higiene das habitações. Disposições dos cômodos sanitários e de obras. Gráfico das sombras.
- 59 - Acústica. Generalidades. O problema do ruído. Ressonância, eco e reverberação. Isolamento acústico. Exemplos de cálculo. Aplicações.

Segunda Parte

HISTÓRIA DA ARQUITETURA

I - Introdução ao estudo da matéria

Definição e escopo do curso. Arte pré-histórica. Construções megalíticas.
Raças humanas. Religiões primitivas. Influência das religiões sobre a arte. Classificação das artes. Posição da Arquitetura. Estilos arquitetônicos.

II - História geral da arquitetura
na Antiguidade e Idade Média.

1 - Egípto.

Geografia e história do Egípto antigo.
Condições naturais, humanas e técnicas.
Programa doméstico.
Programa funerário, Mástabas, pirâmides, hipogeus.
Programa religioso.
Análise da construção. Materiais e processos. Coberturas.
Estética da arquitetura egípcia.
Baixos relevos. Pintura e escultura.

2 - Assíria e Babilônia.

Geografia e história da Mesopotâmia.
Condições naturais, humanas e técnicas.
Programa doméstico. Casas e palácios.
Programas religioso e funerário.
Análise da construção.
Estética da arquitetura mesopotâmica.
Baixos relevos. Esmaltes. Esculturas.

3 - Pérsia.

Geografia e história da Pérsia aquemênida.
Condições naturais, humanas e técnicas.
Programa doméstico.
Programas religioso e funerário.
Análise da construção.
Estética da arquitetura persa.

4 - Fenícia. Hebreus.

5 - Ilha de Creta. Micenas.

Condições naturais, humanas e técnicas.
Programas doméstico e religioso.
Análise da construção. Sistemas de cobertura.
Estética da arte grega primitiva.

6 - Frígia. Lídia. Etrúria.

Análise da construção.

- 7 - Grécia.
História e geografia da Grécia antiga.
Condições naturais, humanas e técnicas.
Programa doméstico.
Programas de edifícios públicos. Agora. Teatros.
Programa religioso.
Programa funerário.
Monumentos comemorativos.
Análise da construção. A platibanda e o telhado.
Estética da arquitetura grega. As ordens.
Escultura e pintura gregas.
- 8 - Roma.
História e geografia do Império Romano.
Topografia monumental.
Condições naturais, humanas e técnicas.
Programa doméstico.
Estradas, aquedutos e pontes.
Programas de edifícios públicos. Teatro. Circo. Termas.
Programas religioso e funerário.
Monumentos comemorativos.
Análise da construção. A abóbada.
Estética da arquitetura romana. As ordens.
Escultura e pintura romanas.
- 9 - Queda do Império Romano; fundação de Bizâncio.
Advento do cristianismo.
Arquitetura cristã primitiva. Escola Romana.
Condições humanas e técnicas.
Programa religioso. A basílica.
Análise da construção. A cobertura.
Estética da Escola Metropolitana.
- 10 - Arquitetura cristã no Oriente.
Programas do templo. A cobertura.
Escolas Sírias. Igrejas e conventos.
Análise da construção. A abóbada.
Estética da Escola Síria.
- 11 - Bizâncio.
História do Império Bizantino.
Topografia monumental.
Condições naturais, humanas e técnicas.
Programa doméstico.
Programa religioso.
Análise da construção.
Estética da arquitetura bizantina.
Pintura. Mosaicos.
- 12 - Arquitetura cristã no Ocidente.
História da Idade-Média na Europa.
Condições humanas e técnicas.
Programa religioso.
Análise da construção. A cobertura.
Estética da arquitetura românica.
Pintura e escultura românicas.
Arquitetura românica fora da França.

- 13 - Arquitetura ogival.
Condições humanas e técnicas.
Programa doméstico.
Programa religioso.
Análise da construção. Abóbada ogival e botarões.
Estética da arquitetura ogival.
Escultura e pintura sobre vidro.
Arquitetura ogival na Alemanha.
Idem na Inglaterra.
Idem na Itália, Espanha e Portugal.
- 14 - Arquitetura Árabe.
Geografia e história da civilização árabe.
A religião muçulmana.
Topografia monumental.
Condições naturais, humanas e técnicas.
Escolas e épocas.
Programa doméstico.
Programa religioso.
Análise da construção.
Estética da arte árabe.

III - História da Arquitetura nos tempos modernos

A renascença. Arte contemporânea

- 15 - Renascença Italiana.
O momento histórico.
Períodos da renascença italiana. Seus característicos.
Programa doméstico. O palácio.
Programa religioso.
Estética da renascença italiana.
- 16 - Renascença francesa.
- 17 - Renascença na Inglaterra, Alemanha, Espanha e Portugal.
Época do neo-clássico.
- 18 - Arte Jesuítica. Arte colonial no Brasil.

IV - Arquitetura de desen-

volvimento regional

- 19 - Arquitetura Índia.
Geografia e história da Índia. Religiões.
Condições naturais, humanas e técnicas.
Programa religioso e funerário.
Análise da construção.
Estética da arquitetura Índia.
- 20 - Arquitetura Chinesa e Japonesa.
Geografia e história. Religiões.
Condições naturais, humanas e técnicas.
Programa doméstico.

Programa religioso.
Análise da construção.
Estética da arquitetura chinesa e japonesa.

- 21 - Arquitetura Precolumbiana.
Monumentos do México e América Central.
Monumentos dos Incas no Perú.
Análise da construção. Estética da arte precolumbiana.

AULAS PRÁTICAS

Os trabalhos destas aulas constarão de:

- a) Exercícios de composição.
Projetos de edifícios residenciais e comerciais.
- b) Desenhos de pormenores de construção.
- c) Relatórios sôbre observações feitas pelos alunos em visitas a obras de edifícios.

Os dados para a composição das plantas serão fornecidos pelo Adjunto. No segundo semestre, entretanto, terão os alunos certa liberdade de ação, podendo apresentar sugestões, que o Adjunto ouvirá para as aceitar ou recusar, conforme o caso.

Obedecerão os trabalhos à orientação geral da cadeira, sendo os desenhos executados de acôrdo com a técnica seguida pelos modelos nos escritórios de engenharia.

O treino dos alunos será precedido de uma série de explicações do Adjunto sôbre o trabalho de organização de projetos, praxes e exigências regulamentares, tudo resumido nos seguintes pontos:

- 1 - Exame de uma casa de habitação. Partes componentes. Dimensões usuais e proporção das diversas peças. Distribuição de compartimentos. Comunicação e independência das peças.
- 2 - Projeto de uma habitação. Programa. Composição de plantas. O "croquis", o projeto definitivo. Desenhos de pormenor.
- 3 - Convenções para uniformidade do desenho de construção. Exigências da Prefeitura Municipal. Praxes seguidas para os desenhos de instalação de eletricidade, água e esgotos.

Aprovado pelo C.T.A.

e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 13

MECÂNICA APLICADA ÀS MÁQUINAS

BOMBAS E MOTORES HIDRÁULICOS

PRIMEIRA E SEGUNDA PARTES

Professor designado:

DR. ROBERTO MANGE

Primeira Parte

I - Preliminares

Problema geral da mecânica. Subdivisões da mecânica aplicada. Objeto da cinemática e dinâmica aplicada. Força. Trabalho. Unidades. Constituição e objeto das máquinas. Classificações. Princípio da força viva e do trabalho nas máquinas. Equações gerais do movimento das máquinas e sua discussão. Rendimento. Impossibilidade do movimento contínuo. Apreciação geral sobre os motores animados e órgãos operadores.

NOÇÕES DE TECNOLOGIA MECÂNICA

II - Materiais

- 1 - Especificações dos tipos de materiais usados na construção de máquinas.
- 2 - Composição, taxas de trabalho e característicos especiais.
- 3 - Formas usuais no comércio e condições de recebimento.

III - Órgãos de ligação e fixação de peças de máquinas

- 4 - Rebites: sua constituição e aplicações diversas; cálculos

- de rebitamentos e dimensões normais.
- 5 - Parafusos: diversos tipos e característicos de roscas; solicitações e cálculo dos diversos elementos; construções normais.
 - 6 - Chavetas: suas utilizações diversas ; cálculo de resistência; dimensões normais.

IV - Órgãos de transmissão de movimento

- 7 - Eixos: finalidades e requisitos; solicitações e cálculo de dimensões; condições de acabamento e de montagem; tolerâncias; dimensões normais.
- 8 - Mancais: diversos tipos; axiais e radiais; elementos constituintes e seu dimensionamento; modos de lubrificação.
- 9 - Uniões fixas e móveis: utilização e constituição específica; solicitações e cálculo das dimensões; construções normais.
- 10 - Engrenagens: diversos tipos e aplicações; solicitações e cálculo das dimensões; construção e ferramentas normais.
- 11 - Polias: aplicação e constituição; tipos diversos; solicitações e cálculo das dimensões; construção.

MECÂNICA APLICADA

V - Resistências passivas

- 12 - Atrito de escorregamento. Leis. Coeficientes. Ângulo de atrito. Viscosidade. Atrito seco e fluido. Influência da lubrificação.
- 13 - Resistência ao rolamento. Aplicação aos veículos.
- 14 - Rijeza das cordas e correntes. Cabos de aço.
- 15 - Atrito dos elementos sujeitos a tensão. Aplicação ao freio de fita.
- 16 - Resistência dos meios. Água. Ar. Coeficientes.
- 17 - Teoria dos choques. Choques e vibração nas máquinas.

VI - Cinemática e dinâmica das máquinas simples

- 18 - Equilíbrio dinâmico do sistema plano, plano inclinado.

- Rendimento. Imobilização. Solução gráfica. Alavanca.
- 19 - Equilíbrio dinâmico do sistema tórno: vertical e horizontal. Mancal peão e moente. Pressões específicas. Mancais de rolamento.
 - 20 - Equilíbrio do parafuso; rôsca quadrangular e triangular. Imobilização. Rendimento. Condição de rendimento máximo.
 - 21 - Equilíbrio da cunha. Imobilização. Rendimento.
 - 22 - Engrenagens cilíndricas; perfil dos dentes com traçado de ciclóides e envolventes. Casos diversos. Rendimento. Cálculo.
 - 23 - Engrenagens cônicas; traçados. Casos diversos. Rendimento. Cálculo.
 - 24 - Rodas helicoidais e parafuso sem fim, seu equilíbrio. Rodas de dentes inclinados; traçados e cálculo.
 - 25 - Equilíbrio das rodas e cilindros de aderência. Casos diversos; revestimentos; ranhuras.
 - 26 - Correias e cabos. Equilíbrio de movimento e cálculo. Influência da força centrífuga. Velocidades normais e máximas. Coeficientes. Pressão total sobre os mancais. Linha de suspensão. Determinação das flexas. Perda de velocidade.
 - 27 - Polias e talhas: diversos tipos. Equilíbrio. Cálculo. Rendimento.
 - 28 - Sarilhos, guindastes e pontes rolantes: diversos tipos. Exatidão do mecanismo inteiro; seu equilíbrio; esforços; determinação analítica e gráfica. Determinação dos diferentes elementos. Cálculo. Principais dispositivos de segurança.
 - 29 - Trens de polias (correias e cabos) para transmissão de força. Diversos casos por tensão de alongamento, de carga, de catenária.
 - 30 - Uniões fixas e móveis (revisão sucinta). Uniões de atrito. Equilíbrio. Determinação do esforço axial. Diversos tipos.
 - 31 - Disposição geral de transmissões. Diferentes elementos. Condições de funcionamento.

REGULARIZAÇÃO E TRANSFORMAÇÕES ESPECIAIS DE MOVIMENTO

VII - Cinemática e dinâmica

- 32 - Manivelas simples e múltiplas, de efeito simples e duplo;

- irregularidade na transmissão do movimento. Mecanismo biela-manivela. Curso, velocidade, aceleração do êmbolo. Forças e trabalhos no sistema. Excêntricos. Diversos tipos. Relação gráfica das velocidades. Camas. Traçado. Aplicação.
- 33 - Guias retilíneas (elíptico, circular, de lemniscata). Paralelogramo de Watt. Losango de Peaucellier. Rodas de travamento, de atrito (Dobo), de dentes.
- 34 - Pêndulo simples (isócrono). Tempo de oscilação (revisão sucinta). Aplicação como órgão de regulação. Pêndulo cônico (centrífugo, como regulador centrífugo Watt). Velocidade angular. Grau de irregularidade. Força de regulação. Inseparabilidade. Poder de trabalho. Reguladores centrífugos.
- 35 - Volantes. Trabalho motor e trabalho resistente. Trabalho a armazenar. Grau de irregularidade. Ação regularizadora. Determinação do peso do volante e cálculo das dimensões. Velocidade circunferencial admissível, resistência, material. Aplicação dos volantes.
- 36 - Medida do trabalho nas máquinas:
- Máquinas motrizes, medidas necessárias. Freio de Prony. Diversos tipos. Freio de fita. Tipos mistos. Dimensões dos freios.
 - Máquinas operatrizes. Dinamômetros de mola, fricção, tensão e torsão.

MOTORES HIDRÁULICOS

VIII - Considerações gerais

- 37 - Teorema de Bernoulli. Classificação dos motores hidráulicos, de gravidade, de pressão, de velocidade e mistos. Geradores hidráulicos. Perdas nos motores hidráulicos. Rendimento hidráulico e efetivo.

IX - Rodas d'água

- 38 - Rodas de alcatruzes. Rodas de cima e de lado; rodas de pás, de baixo (Poncelet). Diversos tipos. Determinação dos elementos essenciais. Rendimento. Construção.

X - Turbinas de ação (jato livre)

- 39 - Considerações gerais. Transformação de energia. Perdas nos tubos, etc.. Trajetória absoluta e relativa. Diversos tipos de turbinas.
- 40 - Turbinas radiais e axiais. Tipo Girard. Triângulos de velo-

cidade; perfil de pás e de corôa; admissão parcial; regulação

- 41 - Turbinas de injeção tangencial; rodas Pelton. Determinação da potência pelo desvio do jato; teoricamente e praticamente com as perdas. Velocidade circunferencial mais vantajosa. Diagrama da força tangencial. Momento. Potência. Força centrífuga do desvio do jato. Rendimento. Construção. Regulação.
- 42 - Regularização do movimento. Reguladores automáticos mecânicos, hidráulicos e a óleo. Motor auxiliar da regulação (Servo Motor).

XII - Turbinas de reação (sobrepessão)

- 43 - Equações fundamentais da teoria das turbinas. Casos especiais (teoremas de Bernoulli e Torricelli). Potência hidráulica e efetiva. Rendimento. Classificação das turbinas. Tipos fundamentais (axiais e radiais).
- 44 - Turbinas radiais (Francis) de baixa, média e alta pressão. Forma em espiral. Equação fundamental aplicada às turbinas radiais centrípetas. Carga de sobrepessão (grau de reação). Influência da carga de sucção. Força tangencial. Momento. Potência. Determinação do tipo de turbina segundo baixa, média e alta pressão; característicos e formas normais correspondentes.
- 45 - Condições de andamento de turbinas com quedas diferentes. número de rotações específico unitário; sua aplicação na determinação do número de rodas. Turbinas múltiplas.
- 46 - Tipos de regulações; reguladores manuais e automáticos.
- 47 - Tipos de turbinas de grande velocidade: Ultra-velozes, Propulsores, Kaplan; característicos principais; número de rotações específico unitário; disposições modernas de eixo vertical.
- 48 - Elementos característicos das turbinas segundo o número de rotações específico unitário. Coeficiente de admissão (índice de potência). Diâmetro da roda.
- 49 - Curvas características das turbinas: teóricas e práticas. Medidas de nível, pressão, rotação, vazão e potência. Curvas de ensaios.

XIII - Captação de força e instalações hidro-mecânicas

- 50 - Característicos e disposições dos elementos essenciais de instalações hidro-mecânicas: a) baixa-pressão; b) média pressão; c) alta pressão. Barragens, canais, tubos, verte-

douros, comportas, casa de força, etc..

- 51 - Golpe de ariete. Dispositivos de segurança e de verificação de funcionamento: na captação, condução da água, casa de força e descarga.
- 52 - Reservatórios de acumulação. Dispositivos necessários.

XIV - Bombas hidráulicas

- 53 - Classificação de bombas. Tipos principais e sua aplicação.
- 54 - Bombas de êmbolo: elevatórias e calcantes; diagrama de funcionamento. Reservatórios de ar.
- 55 - Bombas centrífugas. Tipos de alta e baixa pressão. Tipos de hélice: característicos principais. Poder de elevação. Tipos multicelulares. Rendimento. Construção normal.

Segunda Parte

MECÂNICA APLICADA

I - Complementos de cinemática

e dinâmica das máquinas

- 1 - Revisão sucinta das resistências passivas.
- 2 - Atrito de escorregamento sêco e fluido. Lubrificantes.
- 3 - Rijeza nos cabos de aço: fatores que influenciam a duração dos cabos.
- 4 - Mancais. Diversas superfícies de assentamento; distribuição das pressões específicas. Variação do coeficiente de atrito. Cálculo de mancais de rolamento.
- 5 - Atrito nas engrenagens; determinação do rendimento. Desgaste.
- 6 - Correias e cabos; elasticidade do material; perda de velocidade. Tipos especiais de correias.
- 7 - Guindastes e pontes rolantes. Dispositivos de segurança. Freios. Rodas de travamentos. Mecanismos de pegar cargas.
- 8 - Juntas para eixos deslocados e inclinados. Juntas de Oldham, Cardan, Hooke. Variação da velocidade angular. Composição das juntas.
- 9 - Pêndulos e reguladores. Pêndulo composto (físico).

Determinação do momento de inércia de peças de áquinas. Curvas características dos reguladores. Diversos tipos: estáticos e astáticos. Determinação gráfica.

COMPLEMENTOS SOBRE MOTORES HIDRÁULICOS,
CAPTAÇÃO DE FORÇA E BOMBAS HIDRÁULICAS.

II - Motores hidráulicos

- 10 - Rodas Pelton (rev são sucinta). Diversos tipos de rodas. Composição e número mínimo de pás. Bocais. Construção das rodas e solicitações do material. Instalações nacionais e estrangeiras.
- 11 - Estudo de reguladores automáticos. Reguladores de dupla ação. Regulação à distância.
- 12 - Equação fundamental das turbinas Francis (revisão sucinta). Relações entre velocidades e ângulos; estudo de tubos de sucção. Determinação dos diversos elementos e construção normal dos tipos de turbinas Francis. Pás reguladoras e sua influência.
- 13 - Casos que pedem turbinas parciais ou múltiplas, sendo fixa do o número de rotações do gerador elétrico. Número de rodas a conjugar. Número de rotações, volume e potência específicos. Número de rotações específico unitário e seus limites atuais.
- 14 - Regularização do movimento. Condições a serem preenchidas. Comportas e válvulas. Gavetas cilíndricas. Gavetas anulares. Pás diretrizes móveis e semi-móveis. Transmissão do movimento ao eixo de regulação. Reguladores manuais e automáticos. Servomotores.
- 15 - Turbinas ultra-velozes (Francis, Lawaczeck, etc.). Número de rotações específico-unitário. Característicos. Pás curtas. Rendimento. Cálculo e construção. Disposições modernas de eixo vertical; espiral de concreto.
- 16 - Turbinas Kaplan. Admissão axial. Número de rotações específico-unitário; desvio radial-axial do fluxo líquido. Velocidades e ângulos. Pás descobertas. Regulação dupla. Pás móveis da roda. Tubo de sucção. Rendimento. Cálculo e construção.
- 17 - Turbinas tipo Propulsor. Admissão axial. Número de rotações específico-unitário. Pás encobertas. Tipos paralelos e cônicos. Rendimento. Cálculo e construção.
- 18 - Efeito de cavitação. Coeficiente de cavitação. Máxima altura do tubo de aspiração. Meios de prevenir a cavitação.
- 19 - Curvas características das turbinas (revisão sucinta)

Gráficos de momento, potência hidráulica e efetiva e de rendimento. Verificação da potência e do rendimento de turbinas instaladas. Garantias.

III - Captação de força e instalações hidro-mecânicas

- 20 - Características e disposições de instalações hidro-mecânicas (revisão sucinta). Cálculo dos elementos essenciais.
- 21 - Estudo do golpe de ariete: sua intensidade e meios de preveni-lo.
- 22 - Instalações hidro-mecânicas automáticas e de comando à distância.

IV - Bombas hidráulicas

- 23 - Bombas de movimento rotativo: a) de pás, rendimento; b) de rodas dentadas; potência necessária; rendimento; disposição em paralelo e série; c) de discos excêntricos e de bombas oscilatórias, rendimento.
- 24 - Bombas de movimento alternativo, de êmbolo: a) elevatórias de sucção. Volume elevado. Diagrama. Meios para diminuir o movimento pulsatório da água. Aceleração da coluna d'água no tubo de sucção. Construção; b) calcantes: de ação simples, dupla e diferencial. Volumes calcados. Diagramas. Aceleração da coluna d'água no tubo de pressão. Determinação do volume do reservatório de ar. Grau de oscilação da pressão. Construção.
- 25 - Bombas centrífugas: de alta e baixa pressão. Bombas múltiplas. Bombas de hélice. Equações fundamentais. Recipiente cilíndrico girando; altura de pressão. Movimento da água nas bombas centrífugas. Relações entre velocidades e ângulos. Difusor. Rendimento. Característicos dos tipos de alta e baixa pressão. Poder de elevação de uma roda. Cálculos e elementos construtivos. Bombas múltiplas. Rodas conjugadas em série e paralelo.
- 26 - Arietes hidráulicos. Determinação da pressão no golpe de ariete. Disposição e construção dos arietes. Poder de elevação. Rendimento.
- 27 - Bombas de usos especiais. Aplicação para acumuladores e elevadores hidráulicos.
- 28 - Instalações de bombas para abastecimento.

PROGRAMA DE EXERCÍCIOS

Em aulas serão feitos exercícios e problemas com cálculos

dos diversos elementos, através de aplicações práticas sobre os assuntos referidos nos diversos pontos do programa, bem como o estudo prévio dos projetos a serem executados na aula anexa nº 9 (Desenho de Máquinas).

No Laboratório de Hidromecânica serão executadas demonstrações de maquinismos tratados em aulas, bem como ensaios em motores hidráulicos e bombas de diversos tipos; incluindo a determinação de coeficientes, curvas características e potência.

Os assuntos fundamentais da cadeira, serão concretizados ainda, através de exercícios práticos e de visitas a oficinas, estabelecimentos industriais e instalações de força hidráulica.

Aprovado pelo C.T.A.

e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 14

COMPLEMENTOS DE TERMODINÂMICA E APLICAÇÃO DO CALOR;
MOTORES TÉRMICOS E DE AR COMPRIMIDO. MÁQUINAS FRIGORÍFICAS
PRIMEIRA E SEGUNDA PARTES

Professor designado:

DR. FELIX HEGG

Primeira Parte

I - Termodinâmica

- 1 - Unidades. Representações gráficas. Expressão analítica do primeiro princípio. Equações de Clausius e de Clapeyron.
- 2 - Propriedades dos gases perfeitos. Equação característica. Quilograma. Molécula. Energia interna, calor total. Entropia. Gases reais. Calores específicos. Diagrama entrópico dos gases biatômicos.
- 3 - Transformações reversíveis: isóbara, isocórica, isotérmica, adiabática, politrópica. Suas representações nos diagramas p.v. e entrópico. Causas da irreversibilidade. Ciclos. Consequências do segundo princípio.
- 4 - Propriedades dos vapores saturados. Estado crítico. Título. Calor de vaporização e seus componentes. Energia interna. Calor total. Entropia. Equação de Clapeyron. Vapor d'água. Fluidos frigoríficos. Fórmulas empíricas e tabelas.
- 5 - Propriedades dos vapores superaquecidos. Equações características. Calores específicos. Energia interna. Calor total. Entropia. Vapor d'água. Fluidos frigoríficos. Fórmulas empíricas e tabelas. Tábuas de entropia do vapor d'água. Fluidos frigoríficos.
- 6 - Estudo das transformações características dos vapores saturados e dos vapores superaquecidos. Transformações: isobárica, isocórica, isotérmica, a título constante, adiabática, politrópica; suas representações nos diagramas: p.v., entrópico, de Mollier.
- 7 - Mistura do ar com vapor d'água: saturado, seco, superaquecido.

Umidade absoluta. Umidade relativa. Resfriamento da água pelo ar seco, saturado ou úmido. Temperatura do bulbo úmido. Determinação experimental da umidade relativa do ar. Tábuas psicrométricas.

II - Escoamento de gases e de vapores

- 8 - Classificação dos fluidos sob o ponto de vista das leis de escoamento. Fluidos incompressíveis e compressíveis. Regimes variável ou permanente. Caso particular de escoamento numa direção em regime permanente. Equação de Barre de Saint Venant (equação de Bernoulli).
- 9 - Extensão do primeiro princípio ao caso de escoamento de um fluido. Equação geral do primeiro princípio. Trabalho externo. Condições de reversibilidade. Causas de irreversibilidade. Influência dos atritos. Escoamento adiabático. Extensão da função entrópica ao caso de escoamento em regime permanente.
- 10 - Equação de Zeuner para o escoamento em regime permanente. Casos particulares. Escoamento adiabático. Influência dos atritos. Representação do fenômeno nos diagramas do trabalho entrópico.
- 11 - Escoamento de um fluido por um bocal. Cálculo das velocidades em função das pressões. Casos dos gases perfeitos. Pressão crítica de escoamento. Seção crítica. Caso dos vapores saturados e superaquecidos. Orifício em parede delgada.

III - Geração do vapor

- 12 - Aplicações do vapor. Partes principais de uma instalação de caldeiras. Condições de ótimo funcionamento. Combustíveis empregados: sólidos, líquidos, gasosos e seus caracteres. Quantidade de ar comburentes, fórmula de Izart, coeficiente de excesso de ar. Composição dos gases queimados.
- 13 - Discriminação das perdas. Rendimentos da fornalha e da superfície de aquecimento. Valores práticos. Transmissão de calor. Superfícies de aquecimento direto e indireto. Temperatura de combustão.
- 14 - Fornalhas para combustíveis sólidos (internas e externas). Determinação da superfície da grêlha, coeficientes. Fornalhas para combustíveis líquidos, para combustíveis gasosos estudo de alguns tipos. Fornalhas fumívoras. Alimentação mecânica.
- 15 - Cálculo da superfície de aquecimento da caldeira. Quantidade de combustível. Seção dos canais dos gases queimados. Balanço térmico.
- 16 - Aquecedores de água de alimentação. Vantagens. Cálculo. Diversos tipos. Coeficientes práticos. Aquecedores de ar, Cálculo e condições de funcionamento. Superaquecedores de-

pendentes e independentes, vantagens, cálculo, valores práticos.

- 17 - Caldeiras de grandes corpos, com tubos ebulidores, com tubos aquecedores de fornalha interna. Caldeiras de tubos de fumaça, locomóveis. Tipos mistos. Caldeiras multitubulares. Caldeiras modernas de pressões elevadas. Comparação entre os diversos tipos. Coeficientes usuais.
- 18 - Canalizações de vapor, cálculo, perdas de carga e de calor, isolação das perdas. Separador de água. Aparelhos de segurança, válvulas de segurança, manômetros, indicadores de níveis.
- 19 - Alimentação. Aparelhos de alimentação. Incrustações. Depuração da água. Alvenaria das caldeiras. Causas de destruição.
- 20 - Tiragem natural. Perdas de carga. Cálculo da chaminé. Tipos, tiragem por meios mecânicos, aspiração, insuflação, de rivação. Vantagens.

IV - Transmissão de calor

- 21 - Transmissão de calor por condutibilidade, por convecção, por irradiação. Irradiação mútua. Revisão das fórmulas usuais, coeficientes, aplicações.
- 22 - Transmissão de calor entre fluidos em movimento. Temperatura constante de um dos fluidos. Temperatura variável de cada um dos fluidos, circulação paralela, circulação metódica. Aplicações.

V - Máquinas a vapor

- 23 - Ciclo de Carnot nas instalações a vapor. Ciclo de Rankine para vapor saturado e superaquecido. Comparação. Rendimentos. Interpretação no diagrama entrópico.
- 24 - Classificação das máquinas a vapor. Diagramas teórico e real. Causas de perdas. O indicador, estudo dos diversos tipos.
- 25 - Pressão indicada média. Sua determinação analítica e experimental. Potências: indicada, mecânica, útil. Rendimento mecânico.
- 26 - Consumo de vapor nas máquinas monocilíndricas. Sua determinação. Vapor aparente. Avaliação das fugas e condensações. Rendimento térmico.
- 27 - Máquinas de dupla expansão, disposições usuais. Admissão reduzida. Pressão indicada média. Máquinas de tripla e quádrupla expansão.
- 28 - Forças de inércia das massas. Equilibragem das massas em

movimento rotativo e alternativo. Máquinas policilíndricas. Esforços transmitidos às fundações.

VI - Turbinas a vapor

- 29 - Generalidades. Ação. Reação. Turbina elementar de ação, Condições para o máximo rendimento. Causas de perdas. Rendimento indicado. Turbina de De Laval.
- 30 - Turbinas multicelulares de ação. Descrição de alguns tipos. Rodas Curtis, seu rendimento. Velocidade crítica.
- 31 - Turbina elementar de reação, condições para o máximo rendimento. Causas de perdas. Turbinas multicelulares de reação. Turbinas mistas. Descrição de alguns tipos.

VII - Condensação do vapor

- 32 - Influência da condensação sobre o rendimento de uma máquina a vapor e de uma turbina a vapor. Partes principais de uma condensação. Dispositivo para a marcha com escapamento ao ar livre.
- 33 - Os diversos tipos de condensadores por mistura. Circulação paralela e circulação metódica. Água de refrigeração, sua determinação. Pressão no condensador. Comparação entre os dois tipos. Condensadores ejetores.
- 34 - Condensadores por superfície. Circulação paralela e circulação metódica. Pressão interna. Água de refrigeração. Determinação da superfície. Separadores de óleo.
- 35 - As bombas secas e as bombas úmidas das condensações. Determinação das suas dimensões e das potências absorvidas. As bombas rotativas.
- 36 - Refrigeração artificial da água que serve para a condensação. Os diversos tipos de refrigerantes.

VIII - Locomotivas

- 37 - Generalidades. Combustíveis empregados. As caldeiras das locomotivas, tubos, materiais empregados, dimensões corretas. A fornalha, grêlha, cinzeiro. Rendimentos.
- 38 - Aquecedores de água de alimentação. Superaquecedores, diversos tipos. Caixa de fumaça, tiragem. Aparelhos acessórios, injetores, indicadores de nível, manômetros.
- 39 - Os cilindros motores nas locomotivas. Influência da velocidade sobre a pressão indicada média. Potência absorvida. Esforço de tração nas rodas motoras. Consumos usuais de combustível e de vapor por HP-hora. O regulador.

- 40 - Movimentos perturbadores nas locomotivas. Equilibragem das massas. Locomotivas de cilindros gêmeos. Locomotivas de cilindros compound. Locomotivas de um ou de dois eixos motores. Eixos conjugados. Aderência.

IX - Motores a gás e a combustíveis líquidos

- 41 - Descrição. Combustíveis empregados. Motores de dois e de quatro tempos, de simples e de duplo efeito. Disposições usuais.
- 42 - Rendimento térmico do motor a explosão. Pressões indicada e efetiva. Rendimentos. Grau de compressão. Influência da pressão atmosférica sobre a potência desenvolvida. Consumo de combustível. Dados práticos.
- 43 - Rendimento térmico dos motores Diesel e dos motores Semi-Diesel. Estudo comparativo. Pressões indicada e efetiva. Rendimentos. Influência da pressão atmosférica. Consumo de combustível. Dados práticos.
- 44 - Estudo dos diversos tipos de motores: a explosão, Diesel, Semi-Diesel, de dois e de quatro tempos. Regulação. Partida. Resfriamento. Inflamação.
- 45 - Os gasogêneos mistos na alimentação dos motores. Reações. Composição. Poder calorífico. Rendimento térmico. Combustíveis sólidos empregados.
- 46 - Gasogêneos por insuflação, por aspiração. Gasogêneos para antracite, para combustíveis betuminosos, para lenha. Depuração. Dados práticos.
- 47 - A carburação do ar. Injeção com ar comprimido ou injeção mecânica nos motores Diesel. Os gaseificadores. Os carburadores, diversos tipos.
- 48 - Motores de automóveis. Dois e quatro tempos. Cálculo da potência. Influência da velocidade sobre a potência desenvolvida e sobre o momento motor. Resfriamento. Radiadores. Acelerador. Motores de aviação.
- 49 - Comparação entre os motores, as máquinas a vapor e as turbinas a vapor. Potência normal em relação a potência máxima. Despesas de primeiro estabelecimento. Despesas de exploração e conservação.

X - Instalações frigoríficas e de condicionamento de ar

- 50 - Ciclo de Carnot nas instalações frigoríficas. Ciclo de Rankine para os regimes úmido e seco. Coeficientes de eficácia. Diagramas entrópicos. Influência das pressões sobre o coe-

ficiente de eficácia.

- 51 - Diversos modos de produção do frio. Máquinas de absorção. Máquinas de compressão. Diversos tipos de compressores. Iotência indicada efetiva. Cálculo das dimensões, da descarga do fluido frigorífico.
- 52 - Os condensadores. Tipos por imersão. Tipos chuveiro de circulação paralela e contra-corrente. Condensadores de tubos concêntricos. Coeficientes. Cálculo das dimensões principais. Quantidade ótima de água.
- 53 - Os refrigerantes de ação direta e indireta. Os frigoríferos. Estudo de alguns tipos. Coeficientes. Cálculo das dimensões principais. Regeneração da salmoura.
- 54 - Aparelhos acessórios. Canalizações. Materiais empregados para a isolação. Coeficientes usuais. Cálculo das perdas.
- 55 - Aplicações industriais do frio. Fabricação de gêlo; o tanque de gêlo, cálculo da instalação. Conservação dos alimentos. Instalação frigorífica para carnes resfriadas e para carnes congeladas. Coeficientes e cálculos. Outras aplicações do frio.
- 56 - Ar condicionado. Realização do conforto. Permutas térmicas e de umidade entre o corpo humano e o meio. Ar viciado. Condições de conforto ótimo no inverno e no verão. Temperaturas efetivas. Umidade ótima.
- 57 - Calor sensível, calor latente. Transmissão de calor pelas paredes externas, pela insolação. Infiltrações. Calor despreendido pela iluminação, pelos aparelhos. Coeficientes usuais. Renovação do ar, quantidade e qualidade.
- 58 - Sistemas de condicionamento. Aquecimento e umidificação. Resfriamento e desumidificação. Desumidificação por resfriamento, por absorção.

XI - Distribuição do calor

nas máquinas a vapor

- 59 - Gaveta normal de distribuição fixa. Estudo do movimento. Traçado dos diagramas do trabalho. Influência do comprimento da biela da máquina sobre a repartição do vapor no cilindro. Diagrama de Muller.
- 60 - Equação e traçado da elipse de Fauveau para os casos das bielas infinitas e finitas. Cálculo das seções de passagem do vapor. Velocidades usuais do vapor nos canais. Seção teórica dos canais. Laminagem.
- 61 - Diagrama polar de Zeuner. Determinação da gaveta. Dados práticos para seu estabelecimento. Igualdade das compressões. Determinação do raio do excêntrico.

- 62 - Construção da gaveta. Modificações e retificações de uma gaveta existente (aumento ou diminuição dos rebordos, deslocação da gaveta). Gaveta-êmbolo. Gaveta em duas partes variação do ângulo de decalagem. Gavetas Trick, Benn.
- 63 - Inversão do movimento. Modificação do ângulo de decalagem. Emprêgo de dois excêntricos. Corrediça de Stephenson. Estudo do movimento para uma posição qualquer da corrediça. Excêntrico imaginário. Modificação do diagrama do trabalho. Inversão brusca do movimento.
- 64 - Corrediças de Gooch, Allan, Walschaert.
- 65 - Distribuições radiais. Corrediças de Hackworth, Brown, Marshall, Klug, Joy.
- 66 - Generalidades sobre as distribuições das máquinas fixas. Distribuições por gavetas. Regulação da admissão com uma gaveta e dois excêntricos. Regulação com gavetas de expansão. Tipo Meyer. Outros tipos derivados.
- 67 - Distribuições por válvulas. Distribuições Corliss. Distribuições por válvulas-êmbolos. Comando com movimento de escape. Comando contínuo.

XIII - Aplicações do ar comprimido

Ventiladores e compressores

- 68 - Aplicações do ar comprimido. Classificação das máquinas. Injetor pneumático. Tromba. Foles de oficinas. Ventiladores de êmbolo. Diagrama. Vazão. Potência absorvida. Diversos tipos.
- 69 - Compressores de êmbolo. Diagrama. Cálculo das dimensões principais. Potência absorvida. Compressores polifásicos. Resfriamento. Obturadores automáticos. Obturadores sob comando contínuo.
- 70 - Máquinas rotativas. Ventilador de Root. Ventiladores e compressores centrífugos, suas vantagens. Potências indicada e efetiva absorvidas.
- 71 - Reguladores de volume constante e de pressão constante. Análises de ar. Motores de ar comprimido, superaquecimento do ar. Locomotiva de ar comprimido.
- 72 - Estudo das máquinas de ar comprimido mais comumente usadas nas oficinas. Pressões usuais e consumos.
- 73 - Os moinhos a vento. Noções teóricas. Tipos diversos.

Segunda Parte

I - Termodinâmica

- 1 - Propriedades dos gases reais. Equações características. Gases reais considerados como vapores fortemente superaquecidos. Gases monoatômicos, biatômicos, poliatômicos. Variação dos calores específicos. Energia interna. Calor total. Entropia.
- 2 - Calores específicos a temperaturas muito baixas. Transformações reversíveis e suas representações gráficas. Diagrama entrópico dos gases diatômicos e altas temperaturas. Equação diferencial geral das transformações reversíveis.
- 3 - Transformações irreversíveis. Causas de irreversibilidade. Efeito Thompson. Equação de Van der Waals. Laminagem.
- 4 - Vapor d'água. Fórmulas empíricas. Calores específicos em função de p. e de T.. Cálculo das diversas funções representadas nas tábuas de entropia.
- 5 - Estudo dos vapores empregados nas instalações frigoríficas. Amônia: NH_3 , Anidrido carbônico: CO_2 , Anidrido sulfuroso: SO_2 , Cloreto de Etila: $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$, Cloreto de Metila: CH_3Cl , Dicloretileno: $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$, Butano: C_4H_{10} , Propana: C_3H_8 , Monofluorotriclorometano (Freon 11), Diclorodifluorometano (Freon 12). Diagramas entrópicos. Comparação entre estes diversos fluidos.
- 6 - Mistura de ar e de vapor d'água. Recapitulação das fórmulas deduzidas no primeiro período. Determinação da pressão própria do vapor e do peso específico do ar úmido em função da pressão atmosférica, da temperatura do ar e da umidade relativa.
- 7 - Temperatura do bulbo úmido. Ponto de orvalho. Relação entre o ponto de orvalho e a umidade relativa. Saturação adiabática do ar. Calor total do ar úmido. Tábuas psicrométricas, sua determinação e sua utilização.

II - Escoamento de gases e de vapores

- 8 - Estudo do caso geral de escoamento. Equações gerais do movimento, equação de continuidade, equação complementar. Casos particulares; escoamento em regime permanente, escoamento numa direção.
- 9 - Escoamento de um fluido gasoso num bocal, acompanhado de expansão ou de compressão. Regime das pressões. Escoamento adiabático. Influência dos atritos, interpretação entrópica. Escoamento acompanhado de permuta de calor com o exterior. Cálculo das seções.
- 10 - Escoamento com pequenas diferenças de pressão. Perdas de

carga nas canalizações. Perdas de cargas suplen tares. Troca de calor entre uma canalização e o ar externo.

- 11 - Determinação experimental da descarga de um fluido gasoso; das temperaturas, das pressões específicas, do título de um vapor saturado.

III - Geração de vapor

- 12 - Análise das perdas nas fornalhas, sua determinação; umidade do combustível, do ar, perdas nas cinzas, combustão incompleta, fuligem. Valores práticos. Fornalhas fumíferas. Influências da irradiação, do excesso de ar, da alimentação mecânica.
- 13 - Perdas de calor ao longo do circuito dos gases queimados e na saída do último aparelho de recuperação. Aparelhos de controle dos gases queimados, aparelho de Orsat, aparelhos elétricos. Determinação experimental da composição dos gases queimados. Importância da proporção de CO_2 .
- 14 - Coeficientes de transmissão, valores práticos, fórmulas empíricas. Influência das velocidades dos fluidos. Circulação natural em circuito fechado; forçada. Temperatura das chapas. Influência da temperatura sobre a resistência e a viscosidade do material empregado nas chapas.
- 15 - Materiais empregados na construção das caldeiras, suas características. Tubos, suas ligações com as chapas tubulares, anteparos de água. Prova hidráulica. Potência de uma caldeira.
- 16 - Alvenaria das caldeiras, materiais refratários, isolamento contra as perdas de calor. Transmissão de calor. Determinação volumétrica das fornalhas para combustíveis sólidos, líquidos, pulverizados. Resfriamento das paredes da fornalha pelo ar comburente.
- 17 - Estudo complementar dos aquecedores d'água. Materiais empregados na sua construção, coeficientes usuais. Cálculo das superfícies, das seções. Aquecedores pelos gases queimados, pelo vapor de escapamento da máquina. Aquecedores de ar, de chapas, tubulares.
- 18 - Estudo complementar dos superaquecedores. Materiais empregados para os tipos comuns e para os superaquecedores de altas temperaturas. Superaquecedores dependentes e independentes, de circulação metódica e de circulação paralela. Coeficientes usuais. Cálculo e estudo comparativo entre os diversos tipos.
- 19 - Materiais empregados na isolamento das caldeiras, suas características. Separadores de água, expurgadores automáticos. Válvulas de segurança, de contrapeso e de mola. Cálculo da seção de escoamento. Alimentação automática. Automaticidade ou semi-automaticidade da instalação. Comando à distância.

- 20 - Estudo orgânico dos aparelhos de alimentação, bombas, injetor. Cálculo do injetor e do limite de utilização. Aparelhos de depuração, de desgaseificação da água de alimentação. Outros acessórios.
- 21 - Tendências modernas na construção das caldeiras de alta pressão e de grande capacidade. Alguns tipos de caldeiras multitubulares. Caldeiras monotubulares. Caldeiras Löffler. Caldeiras Benson. Caldeiras Velox.
- 22 - Caldeiras marítimas. Características. Diversos tipos, tubos de fumaça, tubos de água tipo pesado, tubos de água tipo leve.
- 23 - Caldeiras de locomotivas, coeficientes e valores usuais. Rendimentos. Alimentação. Diversos tipos de superaquecedores. Caldeiras de alta pressão.
- 24 - Estudo complementar das instalações de tiragem natural e forçada. Cálculo das dimensões das chaminés de tiragem natural. Seção das chaminés de tiragem forçada. Capacidade e potência do ventilador. Tiragem mista.
- 25 - Ensaio das instalações de geradores a vapor. Determinações experimentais da quantidade de combustível queimado, da quantidade de água vaporizada. Medição das temperaturas, das pressões. Determinação experimental das perdas; do excesso de ar. Determinação do estado do vapor nas saídas das caldeiras e do superaquecedor. Perdas de carga nos canais e na chaminé.
- 26 - Balanço térmico. Interpretação das perdas verificadas nos ensaios. Determinação experimental dos coeficientes de transmissão dos diversos aparelhos, dos rendimentos da fornalha e da superfície de aquecimento.

IV - Transmissão de calor

- 27 - Estudo complementar da irradiação de calor. Lei de Kirchhoff. Fórmula de Planck. Lei de Stefan-Boltzmann. Coeficientes para corpos sólidos. Irradiação dos fluidos gasosos, absorção e emissão seletiva. Anidrido carbônico, vapor d'água.
- 28 - Irradiação mútua de dois corpos. Interposição de chapas. Corpos porosos. Irradiação mútua entre dois tubos concêntricos. Aplicações. Coeficientes.
- 29 - Transmissão do calor por paredes compostas. Coeficientes de transmissão dos materiais usuais, influência da temperatura. Regimen permanente, temperaturas internas. Regimen variável. Transmissão por contato, fluidos gasosos e líquidos, coeficientes. Influência da velocidade. Transmissão de calor por tubos metálicos e calorifugados. Nervuras.

V - Máquinas a vapor

- 30 - Ciclos melhorados nas instalações a vapor. Ciclos com extração de vapor. Ciclos com superaquecimento. Expansões múltiplas. Ciclos Benson, Siemens, Sulzer, Loffler, Hutzner, Diagramas entrópicos.
- 31 - Máquinas monocilíndricas de grande velocidade. Máquinas de fluxo contínuo. Máquinas Compound e Máquinas Tandem. Relação entre os volumes dos cilindros nas máquinas de dupla expansão, pressão indicada média. Curvas características.
- 32 - Ensaios de uma máquina a vapor. Medição das pressões e das temperaturas. Medição do consumo de vapor. Determinação das potências: indicada, efetiva, útil. Avaliação das perdas. Protocolo dos ensaios.

VI - Turbinas a vapor e a gás

- 33 - Cálculo de uma turbina de ação. Determinação do número de turbinas elementares. Determinação de pás fixas e móveis. Injeção. Avaliação das perdas. Rendimentos indicado e mecânico. Consumo de vapor.
- 34 - Cálculo de uma turbina de reação. Determinação do número de turbinas elementares. Determinação das pás fixas e móveis. Avaliação das perdas. Rendimentos. Consumo de vapor.
- 35 - Velocidade crítica do eixo. Sua determinação gráfica. Regulação da admissão de vapor. Regulador de segurança. Lubrificação. Materiais empregados na construção.
- 36 - Aplicação das turbinas a vapor. Turbinas de alta pressão com ou sem superaquecimento do vapor. Turbinas de média e de baixa pressão. Turbinas com tomada intermediária de vapor. Turbinas com contra-pressão. Turbinas a gás e suas aplicações. Ensaios de uma instalação de turbinas a vapor.

VII - Motores a gás e a combustíveis gasosos

- 37 - Combustíveis gasosos empregados nos motores a explosão: gás de iluminação, gás pobre, gás de fornos a coque, gás de altos fornos. Composição, poder calorífico. Excesso de ar.
- 38 - Combustíveis líquidos empregados nos motores: álcool, benzol, gasolina, querosene, gás-oil, fueloil, "mazout". Distilação. "Cracking". Hidrogenação. Composição. Estabilização das essências. Depuração. Índice de octana. Índice de cetana.
- 39 - Influência da altitude sobre as potências indicada e efetiva, desenvolvidas por um motor. Coeficiente altimétrico.

Compressão inicial do ar comburento.

- 40 - Coeficientes usuais de riqueza. Índice de enchimento. Determinação das dimensões principais de um motor: pela potência efetiva, pelo gasto normal de calor.
- 41 - Teoria dos carburadores. Tipos para motores fixos. Tipos para motores móveis. Variação da riqueza com a velocidade, meios de corrigi-la. Influência da altitude sobre a riqueza do ar carburetado.
- 42 - Regulação dos motores a explosão: tudo ou nada, variação da riqueza, variação do coeficiente de enchimento. Regulação dos motores Diesel e Semi-Diesel, bomba de combustível. Equilibragem.
- 43 - Estudo de alguns tipos de motores. Órgãos resfriados. Motores Diesel de injeção pneumática ou mecânica. Motor Junker. Grandes motores a gás. Motores acoplados com turbina a gás.
- 44 - Ensaios de um motor. Determinação da potência. Determinação das perdas pela água de resfriamento e pelos gases queimados. Gasto de combustível. Rendimento. Balanço térmico.

VIII - Instalações frigoríficas

e condicionamento de ar

- 45 - Ciclos melhorados das instalações frigoríficas. Ciclos com refrigerante de líquido. Ciclo de compressões múltiplas e de resfriamento intermediário. Diagramas entrópicos. Ciclos binários.
- 46 - Máquinas de absorção. O gerador, O absorvedor. O permutador de calor. Cálculo. Instalações de pequena capacidade.
- 47 - Estudo orgânico dos compressores, compressores alternativos, centrífugos, rotativos. Cálculo da potência indicada partindo: da pressão indicada média e da descarga de fluido frigorífico. Perda de energia nos compressores, rendimento.
- 48 - Os condensadores. Estudo orgânico dos diversos tipos. Materiais empregados. Tubos. Cotovelos. Coletores. Resfriamento da água de refrigeração.
- 49 - Estudo orgânico dos refrigerantes e dos frigoríferos. Materiais empregados. Tubos. Coletores. Seções de escoamento. Dispositivos para eliminação do gelo formado na superfície externa das serpentinas. Regeneração da salmoura: estudo e cálculo do aparelho recuperador de calor e do aparelho de concentração.
- 50 - Estudo complementar dos aparelhos acessórios nas instalações frigoríficas: aparelhos automáticos, termostatos, válvulas de expansão, de regulação de água, válvulas de segurança (CO_2), evaporador de NH_3 , acumuladores, reservatórios, separadores de óleo, etc..

- 51 - Materiais empregados para isolação das paredes e dos aparelhos nas instalações frigoríficas e de condicionamento de ar. Coeficientes de condutibilidade; de transmissão por contato, influência da velocidade do ar. Insolação das paredes, orientação. Infiltrações.
- 52 - Ensaio de uma instalação frigorífica. Medição das temperaturas, das pressões, das descargas de salmoura, da água, de fluidos frigoríficos. Determinação da potência absorvida pelo compressor, das permutas de calor no refrigerante e no condensador, da transmissão de calor pelas paredes das câmaras. Interpretação dos resultados. Balanço térmico. Estudo dos diversos sistemas de condicionamento. Cálculo das quantidades de calor sensível e latente. Renovação do ar, cálculo das quantidades de ar de circulação e renovado.
- 53 - Aparelhos. Distribuição do ar. Controle automático. Canalizações. Caldeiras. Fiação.
- 54 - Sistemas de aquecimento do ar. Radiadores. Vácuo. Vapor em alta e baixa pressão. Água quente.
- 55 - Aplicações do ar condicionado nas indústrias. Secagem. Cálculos. Ensaios. Medição das temperaturas, das pressões, da velocidade e da umidade do ar.

IX - Distribuição do vapor nas máquinas a vapor

- 56 - Traçado dos diagramas das distribuições de vapor nas locomotivas e nas máquinas fixas com distribuições por gavetas.
- 57 - Distribuições por válvulas. Válvulas equilibradas. Deformações. Cálculo das seções. Amortecedores de ar e de óleo. Comparação com as distribuições por gavetas.
- 58 - Distribuições de escape. Acionamento da válvula de admissão. Ação do regulador. Acionamento da válvula de escapamento. Diagrama do movimento. Estudo de alguns tipos.
- 59 - Distribuição sob comando contínuo. Alavancas de rolamentos. Camas de rolamento. Diagrama do movimento. Estudo de alguns tipos.
- 60 - Distribuições Corliss de um, dois e quatro obturadores, tipos de escape e sob comando contínuo. Distribuições por válvulas-êmbolos. Estudo de alguns tipos.

X - Aplicações do ar comprimido. Ventiladores e compressores.

- 61 - Compressão isotérmica, adiabática, politrópica nos compressores de êmbolo. Diagrama entrópico. Influência do espaço

- nocivo. Modo de resfriamento. Rendimento volumétrico. Pressão indicada média. Potência absorvida. Estudo de alguns tipos.
- 62 - Compressão polifásica. Resfriamento intermediário. Cálculo do refrigerante. Representação entrópica. Estudo de alguns tipos. Medição da descarga. Compressores rotativos.
- 63 - Os obturadores automáticos. Os obturadores sob comando contínuo. Cálculo. Diagramas. Regulação da descarga.
- 64 - Bombas de vácuo. Cálculo. Diagramas p.v. e entrópico. Bombas de uma e de duas fases. Ejetores de ar.
- 65 - Os ventiladores centrífugos. Teoria. Rendimentos. Pressão manométrica. Forma das pás. Potência absorvida. Medição da descarga do ar. Estudo de alguns tipos.
- 66 - Os compressores centrífugos. Teoria. Resfriamento. Diagrama entrópico. Compressores sem difusor e compressores com difusor. Compressões múltiplas. Curvas características. Estudo de alguns tipos. Velocidade crítica do eixo.

EXERCÍCIOS

Primeira Parte

I - Termodinâmica

- 1 - Exercícios sobre termodinâmica.
- 2 - Exercícios sobre escoamento de fluidos gasosos.
- 3 - Exercícios sobre transmissão de calor.

II - Geração de vapor

- 4 - Cálculo dos diversos elementos de uma caldeira.
- 5 - Cálculo dos diversos elementos de um aquecedor de água.
- 6 - Cálculo dos diversos elementos de um aquecedor de ar.
- 7 - Cálculo dos elementos de um superaquecedor.
- 8 - Determinação das perdas de carga numa instalação a vapor com aplicação de tiragem natural e de tiragens por meios mecânicos.

III - Máquinas a vapor

- 9 - Cálculo das dimensões de uma máquina a vapor monocilíndrica, vapor saturado.

- 10 - Cálculo das dimensões de uma máquina a vapor n. ocilindrica, vapor superaquecido.
- 11 - Determinação do consumo de vapor, do rendimento num e nou- tro caso.
- 12 - Estudo e cálculo da variação de consumo de vapor e da vari- ação de potência em consequência de uma variação de admis- sação.
- 13 - Estudo da variação de consumo de vapor de uma máquina com condensador no caso de escapamento do vapor no ar livre.

IV - Turbinas a vapor

- 14 - Cálculo dos elementos, traçado dos diagramas das veloci- dades de uma turbina a vapor. Determinação dos consumos, dos rendimentos. Modo de cálculo das turbinas multicelulares de ação e de reação.

V - Condensadores e refrigerantes

- 15 - Cálculo de um condensador por mistura.
- 16 - Cálculo de um condensador por superfície.

VI - Locomotivas

- 17 - Cálculo da potência, do esforço de tração desenvolvido por uma locomotiva.

VII - Motores a gás e a com- bustíveis líquidos

- 18 - Cálculo da potência de um motor. Consumo de combustível. Determinação da quantidade horária de água de resfriamento. Determinação das dimensões principais.

VIII - Instalações frigoríficas

- 19 - Cálculo dos diversos elementos de uma instalação frigorífi- ca. Determinação das superfícies do condensador, do refri- gerante, do refrigerante de líquido, cálculo das perdas de frigorías. Determinação das dimensões do compressor, da quantidade de água de refrigeração do condensador e do coe- ficiente de eficácia.
- 20 - Idem, idem, para uma instalação de fabricação de gelo.

IX - Ar comprimido

- 21 - Cálculo de um compressor de êmbolo. Determinação das dimensões, da quantidade de água de resfriamento. Da potência absorvida, das canalizações de ar.

NOTA: - A resolução dos exercícios será feita na pedra, pelos alunos.

Segunda Parte

I - Projeto do primeiro semestre

- 1 - Determinar as dimensões dos diversos elementos de uma instalação de caldeira com aquecedores de água, de ar, superaquecedor, para uma produção de vapor previamente fixada, com determinação das dimensões da chaminé (para tiragem natural ou forçada), do injetor, do gasto de combustível, etc..

II - Projeto do segundo semestre

- 2 - Calcular as dimensões de uma máquina a vapor, o consumo de vapor, o condensador, o refrigerante, as bombas de condensação, os rendimentos, o consumo de vapor em sobrecarga e a carga reduzida. A potência normal da máquina e o estado do vapor na admissão, sendo previamente fixados.

NOTA: - Haverá visitas a fábricas e a instalações térmicas.

Aprovado pelo C.T.A.

e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira nº 15

ESTRADAS E TRÁFEGO (VIAÇÃO E TRANSPORTES AÉREOS E TERRESTRES)

Professor Catedrático:

DR. ROBERTO FERNANDES MOREIRA

I - Generalidades

- 1 - Conceitos fundamentais. Evolução dos transportes. Finalidade e valor dos transportes. Ingerência do estado nos transportes.
- 2 - Geografia dos transportes. Sistema brasileiro de viação.

II - Construção das estradas

- 3 - As estradas sob o ponto de vista dos característicos técnicos e sob o ponto de vista administrativo. Eixo. Traçado. Infraestrutura. Superestrutura. Inclinação. Comprimento. Perfil longitudinal. Seções transversais: vários tipos.
- 4 - Reconhecimento: primeira fase do projeto. Reconhecimento sobre cartas geográficas. Caráter informativo do reconhecimento. Orientação dos trabalhos de campo. Estudo dos traçados possíveis: casos fundamentais. Organização de turmas. Trabalhos de escritório. Processos topográficos especiais. Instruções de serviço. Custo das operações.
- 5 - Exploração: segunda fase do projeto. Serviços de campo. Trabalhos topográficos: grau de precisão. Cadernetas de exploração.
- 6 - Projeto. Verificação e preparação das cadernetas. Desenho da planta e perfil. Escalas usuais. Convenções. Traçado da diretriz em planta e perfil. Característicos da diretriz: casos de estrada de ferro e de rodagem. Elementos das curvas. Indicações do perfil. Tabelas dos elementos definidores da diretriz. Índices do traçado.
- 7 - Organização do projeto executivo. Previsão dos trabalhos preparatórios. Projeto das obras de terraplenagem; cálculo

- do movimento de terra. Classificação das terras. Transporte do material escavado. Compensações transversais e longitudinais. Momento de transporte. Demais partes do projeto. Comparação de traçados. Comprimento virtual.
- 8 - Locação: finalidade. Locação das tangentes. Locação das curvas: vários métodos. Método dos ângulos de deflexão. Método das coordenadas. Método das interseções. Correções. Verificação. Amarração da linha. Nivelamento transversal. Caderneta de campo. Organização das turmas. Instruções de serviço.
 - 9 - Remanejamento do cálculo do movimento de terra. Cubação dos volumes de cortes e aterros. Cálculo das seções. Distribuição das terras por processos gráficos. Perfis de Brückner e Lalanne. Organização dos trabalhos da construção. Residências. Trabalhos preparatórios. Execução dos cortes e aterros. Classificação do material a escavar. Diversos processos de escavação. Escavação manual. Emprego de explosivos. Escavação mecânica. Marcha da escavação.
 - 10 - Preparo dos aterros. Meios diversos de transporte dos materiais escavados. Custo dos diversos meios de transporte. Limites de aplicação dos diversos meios: estudo gráfico. Organização dos serviços de movimento de terras. Terraplenagem com máquinas que simultaneamente escavam e transportam. Medições provisórias e finais de terraplenagem. Custo. Instruções de serviço. Locação dos centros.
 - 11 - Obras de consolidação da infraestrutura. Causas de destruição dos cortes. Processos preventivos de consolidação: aumento de inclinação, banquetas na rampa, valas de proteção, plantações, revestimento de terra vegetal, cercas, empedramento, muros de sustentação. Valetas de plataforma. Empedramento da plataforma. Contrafortes nas rampas. Drenagem do terreno. Pintura do talude. Processos repressivos de consolidação dos cortes. Causas de destruição dos aterros. Processos preventivos de consolidação dos aterros. Aterros sobre terrenos inclinados. Aterros sobre terrenos compressíveis. Aterros feitos com material impróprio. Prevenção da ação nociva das águas exteriores. Processos repressivos para aterros. Medições provisórias e finais das obras de consolidação. Custo.
 - 12 - Obras de arte. Distinção entre obras de arte correntes e especiais. Boeiros: várias espécies. Projeto dos tipos. Determinação da vazão. Escolha da posição do eixo do boeiro. Determinação do comprimento e demais elementos. Construção. Pontilhões: estudo sucinto
 - 13 - Túneis. Escolha entre um túnel e um corte. Estudos geológicos. Determinação do eixo do túnel. Túneis em curva. Locação do eixo. Forma e dimensões da seção transversal. Escavação manual e mecânica. Emprego de explosivos. Galeria de avanço inferior e superior. Poços. Condições de trabalho nos túneis. Túneis em rocha. Túneis em terra. Túneis em terrenos aquosos. Abertura de túneis a céu aberto. Túneis sob as vias públicas. Túneis submarinos e subfluviais. Tipos de escoramento dos túneis. Revestimento. Custo.

III - Estradas de rodagem

- 14 - Relações entre a estrada e o veículo. Resistência à tração e esforço trator. Resistência ao rolamento em nível. Idem, nas rampas. Resistência do ar. Esforço de tração. Aderência. Pressões estáticas e dinâmicas desenvolvidas pelos veículos. Esforços tangenciais, longitudinais e transversais. Esforços devidos à frenagem. Efeitos de sucção.
- 15 - Elementos do traçado: raio de curvatura mínimo e rampa máxima. Superelevação nas curvas. Visibilidade nas curvas. Rampas e contrarampas. Concordância de rampas: caso de concavidade e convexidade. Seção transversal. Fixação de largura. Seção transversal tipo. Faixa de domínio. Capacidade de tráfego. Avaliação do tráfego. Classificação das estradas de rodagem. Conceito de auto-estradas.
- 16 - Classificação geral e nomenclatura de superfícies de rodagem. Critérios diversos de classificação. Escolha do tipo de revestimento segundo o volume e a espécie do tráfego, facilidade dos materiais de construção, considerações econômicas e financeiras, construção por etapas, organização de conservação e administração, ruído, conforto no rolamento, pó, preferência dos interessados e aparência.
- 17 - Estradas de tipo inferior. Leito em terra. Tratamentos superficiais com óleos. Pedregulho. Tratamento com o cloreto de cálcio. Macadame comum. Revestimentos especiais. Revestimento em solo estabilizado com e sem aglomerante.
- 18 - Revestimentos intermediários. Macadame hidráulico com tratamento superficial betuminoso. Macadame aglomerado com cimento.
- 19 - Pavimentações asfálticas. Betumes e asfaltos. Característicos, propriedades e classificação dos materiais asfálticos. Usinas para pavimentação. Determinação das dimensões dos pavimentos flexíveis. Vários tipos de pavimentos asfálticos: tratamentos superficiais, macadame asfáltico, método de penetração, mistura na estrada, mistura na usina, blocos de asfalto, rocha asfáltica. Requisitos para superfícies terminadas. Máquinas especiais empregadas em pavimentos asfálticos: aquecedores de superfície, vassouras rotativas, veículos distribuidores de asfalto, etc..
- 20 - Trabalhos de conservação. Organização e controle. Instrumentos e veículos especiais para este fim.
- 21 - A estrada de rodagem sob o ponto de vista paisagístico: a faixa de domínio, a planta, a seção transversal, as obras de arte. A vegetação marginal e as obras decorativas.

IV - Estradas de ferro

- 22 - A linha e seus elementos. Perfis transversais. Bitolas.

- Lastros: função e forma da seção transversal. Materiais usados. Coeficiente de lastro.
- 23 - Dormentes: sua função. Dormentes transversais e longitudinais. Materiais empregados. Madeiras usadas. Preparo, conservação e duração dos dormentes de madeira. Dormentes metálicos. Dormentes de concreto armado. Estudo comparativo dos diversos tipos de dormentes. Especificações.
 - 24 - Trilhos: sua função. Perfis transversais. Dimensões e peso. Metal empregado, composição química, fabricação, especificações. Duração. Fixação nos dormentes e junção.
 - 25 - Acessórios da linha: cruzamentos, aparelhos de mudança de via: desvios, giradores e pontes rolantes, triângulos de reversão; dispositivos para reter os veículos: calços, para-choques, chaves falsas; passagem de nível, cercas e canceias.
 - 26 - Ação das cargas e trabalho imposto à via permanente. Ação estática. Ação dinâmica. Movimento dos trens. Movimentos parasitas. Resistência e estabilidade dos trilhos e dormentes e seu dimensionamento.
 - 27 - Material rodante: característicos. Elementos principais do material rodante. Estrado. Suspensão. Caixas de graxa e apoios sobre rolamentos. Eixos dos veículos. Rodas e truques. Aparelhos de tração e de choque.
 - 28 - Resistência dos trens: generalidades. Estudo das resistências elementares. Estudo das resistências globais ao movimento de um trem em reta e nível. Fórmulas empíricas dando a resistência total. Resistência das locomotivas.
 - 29 - Frenagem: problema dinâmico. Estudo gráfico nos diagramas do movimento do trem - europeu e de Kopniaeff. Realização da resistência de frenagem. Classificação dos freios. Modo de agir das várias espécies. Diagramas reais e diagramas teóricos.
 - 30 - Oficinas de reparações centrais e de depósito. Oficinas de locomotivas tipo longitudinal e transversal. Oficinas de carros e de vagões. Grandes e pequenas reparações.
 - 31 - Tração elétrica. Vários sistemas. Locomotivas elétricas. Correntes e motores empregados. Recuperação.
 - 32 - Estradas de ferro de cremalheira, funiculares e aéreas. Outros tipos especiais de tração. Automotrizes.
 - 33 - Condições econômicas de estabelecimento de uma estrada de ferro. Substituição de uma estrada existente. Zona de influência da estrada. Estudos econômicos preliminares. Despesas de estabelecimento. Custeio. Subvenções. Critérios estratégicos.
 - 34 - Legislação ferroviária. Vários regimens de exploração. Concessões. Relações entre o Estado e o concessionário. Desapropriações. Principais dispositivos legais brasileiros. Legislação sobre projeto, construção e tráfego.

V - Navegação aérea

- 35 - A atmosfera padrão. A resistência do ar. A hélice. O motor.
- 36 - Equações do vôo. Vôo horizontal retilíneo uniforme. Subida, descida, vôo planado e piquê. Estabilidade e mudança de direção.

VI - Tráfego

- 37 - Exploração comercial das estradas de ferro. Tarifas: suas bases, formação e classificação. Despesas de custeio. Cálculo do custo geral médio do viajante-quilômetro e do tonelada-quilômetro. Resultados da exploração. Coeficiente de tráfego. Remuneração do capital.
- 38 - Movimento de trens. Movimento individual dos trens. Quadros de lotação das locomotivas. Movimento de um sistema de trens. Gráfico da marcha. Tonelagem útil e bruta transportada. Capacidade de tráfego das linhas.
- 39 - Custo do transporte por estrada de rodagem. Serviços públicos automobilísticos e sua concessão. Regimen administrativo das estradas de rodagem. Auto-estradas. Taxas e impostos rodoviários. Código de trânsito.
- 40 - Transportes aéreos: dados técnicos. Elementos de custo. Organização dos transportes aéreos: tráfego das linhas regulares. Navegação. Aeroportos.
- 41 - Sinalização ferroviária. Espaçamento pelo tempo e pela distância. "Block-system". Métodos modernos de sinalização. Sinalização urbana e nas estradas de rodagem.
- 42 - Coordenação de transportes. Tráfego mútuo. Intercâmbio de instalações e material entre as estradas de ferro. Concorrência entre as estradas de ferro. Concorrência entre vários meios de transporte. Acordos para a eliminação da concorrência. Ação do estado.

PARTE PRÁTICA

- 1 - Resolução de problemas.
- 2 - Projetos de estradas de ferro e de rodagem.
- 3 - Cálculo de via permanente e material rodante.
- 4 - Estabelecimento de ante-projeto de avião.

Aprovado pelo C.T.A.
e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 16

NAVEGAÇÃO INTERIOR E PORTOS MARÍTIMOS

Professor Catedrático:

DR. PAULO DE MENEZES

MENDES DA ROCHA

NAVEGAÇÃO INTERIOR

I - Hidráulica fluvial

- 1 - Objeto do curso. Antiguidade da navegação interior e sua evolução. Importância econômica da navegação interior. Principais sistemas de navegação interior na Europa e nos Estados Unidos. Estado da navegação interior no Brasil e suas possibilidades.
- 2 - Origem das águas fluviais. Precipitação. Evaporação. Infiltração, lençóis e fontes. Ação química das águas de infiltração. Escoamento superficial. Águas livres e águas sujeitas. Torrentes e rios.
- 3 - Regime dos rios. Precipitação e descarga. Cheias e estiagens. Descarga dominante. Estudo das bacias hidrográficas. Avaliação das descargas pelas precipitações. Coeficientes de descarga, de evaporação e de infiltração. Estudo teórico das enchentes. Previsão das enchentes. Processos de Harlan-cher, Richter e Belgrand. Exemplos de organização dos serviços de previsão no Brasil e no estrangeiro.
- 4 - Erosão. Estudo da força erosiva sobre o leito de uma corrente. Transporte e depósitos de matérias sólidas. Arrastamento e suspensão. Distribuição da matéria sólida no seio de uma massa líquida. Saturação das correntes. Experiências de Deacon. Fórmulas de Du Boys, Sternberg e Schoklitsch. Experiências e fórmulas modernas.
- 5 - Evolução dos cursos d'água. Ciclo de erosão das torrentes e dos rios. Leis de Suréll. Planícies de aluvião e de inundação. Meandros; migração e retificação dos meandros. Migração das linhas de partilha; fenômenos de captura.
- 6 - Forma do leito de um curso d'água em seção, planta e perfil.

Mobilidade e estabilidade dos leitos. Leis de Baer e Ferrel. Coeficiente de fixidez. Declive médio dos rios. Leis de Guiglielmini. Estudos de Lechallas e Girardon.

- 7 - Relações entre a planta e o perfil longitudinal dos cursos d'água. Leis de Fargue e suas consequências.
- 8 - Relação entre a planta e as seções transversais de um curso d'água. Fórmulas de Gockinga, Mitchell e Ripley. Variação progressiva da largura dos rios. Escoamento em um leito curvilíneo, hipóteses de Fargue e Boussinesque. Ensaio teórico de Boussinesque.
- 9 - Confluência dos cursos d'água. Embocaduras lacustres e marítimas. Rios sem foz. Estuários, barras e deltas.
- 10 - Estudo do movimento não permanente das correntes líquidas. Estudo elementar das ondas de translação, ondas solitárias e ondas de mudança de regime.
- 11 - Noções de limnologia. Classificação, regime térmico e ciclo de evolução dos lagos.

II - Rios de corrente livre

- 12 - Vias navegáveis; classificação e correspondência com as vias de comunicação terrestres.
- 13 - Estudo das principais bacias fluviais sul-americanas. Navegação interior no Brasil; seu estado atual e suas possibilidades. Importância econômica e política dos sistemas de navegação interior no Brasil.
- 14 - Embarços oferecidos à navegação pelos cursos d'água em seu estado natural. Etapas do melhoramento das condições de navegabilidade de um rio. Melhoramentos gerais; regularização da descarga, proteção das margens, remoção dos escolhos isolados. Regularização; por simples contração, por normalização, pela conservação dos fundos. Canalização.
- 15 - Estudos necessários ao projeto de melhoramento dos rios. Estudos atuais e necessidade das observações de longo período. Levantamento da planta topo-hidrográfica; perfis longitudinais e seções transversais. Sondagens hidrográficas: aparelhagem, organização dos serviços, precisão. Estudo da natureza do fundo; sondagens geológicas.
- 16 - Estudos hidrométricos. Escalas e fluviógrafos; telefluviógrafos. Medição das velocidades e das descargas. Diagramas de Harlarcher. Dados fluviométricos sobre rios brasileiros; bibliografia. Desenho das plantas, das seções transversais e dos perfis longitudinais.
- 17 - Melhoramentos gerais. Regularização das descargas; limpeza do leito, retardamento da corrente, reservatórios de cheia e de estiagem. Reservatórios fechados e de passagem livre. Determinação da capacidade de regularização dos reservatórios.

rios de regularização. Limitação do leito de inundação ou leito maior; projeto e construção dos diques longitudinais insubmersíveis. Obras nacionais de regularização de descarga; sistema Tietê, saneamento da baixada fluminense, enchentes do curso inferior do Itajaí-Assú; outros exemplos.

- 18 - Melhoramentos gerais. Desobstrução do leito; remoção dos bancos e dos escolhos. Dragagens e derrocamentos. Princípio da "chamada das águas" de Pasqueau. Tipos de draga empregadas nos rios e nos canais, transporte e descarga dos materiais dragados. Tipos de derrocadeira empregadas em rios e canais. Derrocamento por meio de explosivos. Exemplos no Brasil e no estrangeiro. Custo de dragagem e derrocamento, organização de serviço e orçamentos.
- 19 - Melhoramentos gerais. Proteção das margens. Utilidade e oportunidade desses trabalhos. Tipos de obras a empregar: proteção contínua e descontínua. Defesa do leito, barragens de fundo, colchoes de fachina. Exemplos e custo aproximado dos trabalhos.
- 20 - Regularização dos cursos d'água de fundo móvel. Princípios gerais, aumento da potência erosiva das correntes. Processos gerais; por simples contração, por normalização, por conservação do fundo e pelas dragagens. Retificação dos meandros e fechamento dos braços secundários. Traçado das margens, aplicação dos princípios de Girardon, Fargue e das fórmulas de Ripley. Gabaritos de Fargue. Emprego das obras longitudinais, transversais e diques de fundo. Auxílio dos reservatórios de regularização de descarga. Exemplos, tipos de obras, material a empregar e orçamentos.
- 21 - Regularização dos rios de fundo resistente. Exemplos.
- 22 - Estudo geral dos projetos de melhoramento e regularização. Dificuldades dos problemas de hidráulica fluvial. Aplicação do método experimental ao estudo dos rios; noções de similitude mecânica aplicada à hidráulica, laboratórios hidro-técnicos. Dificuldades da questão e critério na interpretação dos resultados. Construção de modelos reduzidos e a verificação dos projetos. Aplicações modernas e importância das conclusões obtidas.

III - Rios canalizados

- 23 - Generalidades. Vantagens e oportunidade da canalização. Barragens fixas e móveis, pertuitos de navegação. Barragens basculantes e de ponto superior.
- 24 - Barragens móveis de cavalete de Poirée; variantes e aperfeiçoamento. Cálculo do sistema. Exemplos.
- 25 - Barragens móveis de painéis girantes: tipo Chanoine, variantes e aperfeiçoamentos. Cálculo do sistema. Exemplos.
- 26 - Barragens móveis de tambor; tipo Desfontaines, variantes e aperfeiçoamento. Possibilidades de aumento da altura de represamento. Cálculo do sistema. Exemplos.

- 27 - Barragens móveis de setor. Tipo fundamental, variantes e a perfeiçamentos. Cálculo do sistema. Exemplos modernos, em prêgo do concreto armado.
- 28 - Barragens móveis cilíndricas. Tipo fundamental, variantes e aperfeiçamentos. Cálculo das barragens cilíndricas. Exemplos de aplicações recentes.
- 29 - Estudo comparativo dos diversos tipos de barragens móveis. Dimensões dos passos navegáveis; situação e espaçamento das barragens; níveis de retenção. Escolha do tipo de barragem móvel, especificações e orçamento. Barragens móveis no Brasil.
- 30 - Obras de transposição de diferenças de nível entre as seções de um canal. Elevadores. Planos inclinados. Eclusas simples ou portadas de navegação e eclusas de rio ou de caldeira. Tipos de eclusas, partes componentes. Dispositivos para enchimento e esgotamento das eclusas; aquedutos; adufas planas e cilíndricas; sifões.
- 31 - Portas de eclusa. Diferentes tipos de portas. Consumo água nas eclusas, meios de diminuir o consumo água: eclusas geminadas, bacia de armazenamento água. Acessórios das eclusas. Cálculo. Fundações.

IV - Canais de Navegação Interior

- 32 - Generalidades. Canais laterais e de ponto de partilha. Forma e dimensões das seções transversais. Condições a atender no traçado em planta e em perfil longitudinal.
- 33 - Travessia das vias terrestres de comunicação, dos rios e dos campos de inundação; pontes; canais e canais em túneis. Eclusas, elevadores e planos inclinados.
- 34 - Consumo água nos canais de navegação interior. Alimentação dos canais laterais e de ponto de partilha. Dificuldades de suprimento água nos canais de ponto de partilha. Artíficos e dispositivos para diminuir o consumo água nos canais. Reservatório de alimentação.

V - Exploração e conservação das vias de navegação interior

- 35 - Regimes de exploração comercial dos rios e canais navegáveis. Influência dos sistemas de propulsão e de tração dos barcos, na conservação das vias de navegação. Portos fluviais; situação e disposição particulares. Portos fluviais do Brasil e da América. Principais portos interiores da Europa.

VI - Introdução

- 36 - Navegação marítima e sua evolução. Portos, sua função econômica, classificação e situação. Condições a que deve satisfazer um porto. Ligação com as vias de comunicação interior. Obras de melhoramentos dos portos; obras externas ou de abrigo; obras internas. Estudos necessários à construção das obras de melhoramento dos portos marítimos.
- 37 - Levantamento da planta topo-hidrográfica. Sondagens hidrográficas; processos gerais, sondagens em marcha, sondagem mecânica com aparelhos registradores, aparelhos de sondagem a grandes profundidades, sondagens pelo ultra-son. Determinação dos pontos sondados. Organização dos serviços de sondagem. Desenhos das plantas. Escalas e convenções.
- 38 - Estudos geológicos. Aparelhamento e execução dos serviços.
- 39 - Estudos meteorológicos. Temperatura e pressão atmosférica. Correntes aéreas. Estudo geral da circulação atmosférica. Anemogramas. Escalas de ventos. Pressões exercidas pelos ventos. Sondagens atmosféricas. Regimen dos ventos no Atlântico Sul e, em especial, na costa do Brasil.
- 40 - Noções de oceanografia. Oceanografia física e oceanografia biológica. Traços gerais do relevo submarino e tipos de sedimentação. Nomenclatura das costas. Caracteres morfológicos dos oceanos. Oceanos e mares. Temperatura superficial e nas camadas profundas dos oceanos. Salinidade e densidade. Ação das águas marinhas sobre os materiais de construção e, em especial, sobre o concreto.

VII - Hidráulica marítima

- 41 - Os movimentos do mar. Generalidades. Estudo geral dos movimentos ondulatórios, terminologia e definição. Observação das vagas oceânicas; dimensões e períodos. Correlação entre os ventos e as vagas; deformação das vagas nas proximidades da costa, nos canais e nas baías; arrebentações. Impulsão das vagas contra os obstáculos; observações e conclusões. Quebra-mares de ar comprimido. Regimen das vagas no litoral brasileiro.
- 42 - Noções sobre a teoria das ondas de oscilação. Lei de Gerstner. Reflexão e interferência das vagas. Ondas estacionárias cilíndricas (clapotis) e piramidais (gauffrages). Teoria de "clapotis" em profundidade ilimitada e em profundidade finita; fórmulas. Seiches. Teorias modernas sobre a impulsão das ondas de oscilação.
- 43 - Marés. Estudo geral do fenômeno. Noções sobre as teorias das marés; teoria estática de Newton e teoria dinâmica de Laplace. Estudos práticos de Laplace. Natureza das ondas de maré e sua deformação nas proximidades da costa. Marés derivadas. Formação das marés oceânicas. Linhas cotidais

Síntese de Whewell e de Rollin Harris.

- 44 - Observação das marés; marímetros e marégrafos; tipos diversos. Montagem e funcionamento dos marégrafos. Preparação e interpretação dos maregramas. Curvas de maré.
- 45 - Previsão das marés; métodos antigos e tábuas de maré. Noções sobre a síntese e a análise harmônica das marés. "Tide-predictor" de Lord Kelvin e modificações de Harris - Fischer e Alix Lemos.
- 46 - Variações acidentais do nível dos mares. Marés meteorológicas; influência da pressão atmosférica, dos ventos. Ondas sísmicas. Nível médio dos mares, medimaremetro de Lallemand. Regimen das marés ao longo do litoral Sul-Americano e, em especial, do litoral Brasileiro.
- 47 - Propagação das marés nos rios. Marés derivadas. Teoria das marés fluviais; conservação da energia da onda e influência do atrito. Característicos das marés fluviais. Curvas locais e perfis instantâneos; lugares geométricos dos premares e baixamares. Correntes de fluxo e de refluxo; dupla origem das correntes; distribuição das velocidades; estôfas de maré. Influência das correntes de montante; efeitos das correntes na formação das embocaduras. Cubatura dos prismas de maré; bacias de acumulação de maré. Macaréu; explicação do fenômeno.
- 48 - Correntes marítimas; classificação e estudos gerais. Circulação geral dos oceanos e, em especial, do Atlântico. Correntes de alimentação e correntes superpostas. Correntes ondulatórias. Correntes de maré, correntes de fluxo e refluxo; superposição dos fenômenos hidráulicos aos fenômenos ondulatórios. Correntes nos estreitos e nos mares abertos pelas duas extremidades. Correntes acidentais e locais. Observações das correntes superficiais, médias e profundas. Regimen das correntes ao longo da costa brasileira.

VIII - Regimen das costas

- 49 - Ação geodinâmica dos ventos; deflação e corrosão. Efeito dos ventos sobre os litorais; formação das dunas e das rochas eólicas. Fixação das dunas litorâneas. Formação e planificação das antedunas. Plantação e arborização das dunas. Estudo das principais espécies vegetais usadas para fixação das dunas, especialmente no Brasil. Distribuição das dunas no litoral brasileiro. Exemplos de trabalhos de fixação no Brasil e no estrangeiro.
- 50 - Ação geodinâmica dos oceanos; abrasão. Costas marítimas; classificação e tecnologia. Fatores de evolução das costas: vagas, correntes e ventos; efeitos respectivos. Origem das aluviões marítimas.
- 51 - Marcha das aluviões; transportes pelas vagas, pelas correntes e pelos ventos. Aparelhos litorâneos; flexas, lidos e tómbolos; cordões litorais. Fechamento das enseadas. Lagôas e lagunas, formação dos sangradouros e das barras nas

lagunas. Principais lagoas do litoral brasileiro.

- 52 - Embocaduras fluviais: classificação. Barras e deltas; deltas indiretos; limans. Influência das marés na forma e tipo das embocaduras. Estudo sucinto do litoral brasileiro.
- 53 - Defesa das costas. Defesa das falésias e das praias móveis. Diques e espigões (groines): projeto e construção. Revestimento das praias. Exemplos.

IX - Meios de transporte marítimo

- 54 - Noções sobre a construção e compartimentagem das embarcações. Formas e dimensões dos navios modernos, de comércio; proporções; propulsores e motores. Diversas espécies de tonelagem e arqueação dos navios. Evolução do material empregado na navegação marítima; consequências a tirar para o dimensionamento das obras de melhoramento dos portos.

X - Obras de melhoramento dos portos

- 55 - Generalidades. Portos naturais e portos artificiais. Obras externas ou de abrigo e obras internas. Dimensionamento das bacias e dos ante-portos. Portos em comunicação com as vias de navegação interior e portos servidos exclusivamente pelas vias terrestres. Portos de escala e portos de abastecimento.

XI - Obras externas

- 56 - Projeto e construção das obras externas: quebra-mares, diques e guias correntes. Quebra-mares de talude e de paramento vertical; obras mistas. Vantagens e desvantagens de cada tipo e condições de emprêgo.
- 57 - Projeto e construção dos quebra-mares de talude. Enrocamentos de pedras naturais e de blocos artificiais. Estudo das fundações e dos perfis. Consolidação dos terrenos. Dimensionamento dos blocos e sua distribuição. Pêso dos enrocamentos e densidade aparente. Aparelhamento de construção e instalação de serviço. Orçamentos. Exemplos no Brasil e no estrangeiro.
- 58 - Projeto e construção das obras externas do tipo misto e de paramento vertical. Condições necessárias ao estabelecimento das obras de paramento vertical. Determinação dos esforços. Métodos de cálculo de Benezit, George Lira e Sainflou. Fundação dos quebra-mares de parede vertical. Tipos de estrutura: blocos maciços, blocos vazados, caixões flutuantes perdidos, caixões pneumáticos. Instalações de serviço e aparelhamento. Exemplos no Brasil e no estrangeiro.
- 59 - Obtenção e conservação das profundidades nos canais de aces

so e nos portos. Caldeiras e correntes de varrer. Dragagens. Tipos diversos de dragas empregadas nas obras marítimas. Dragas de alto-mar. Transporte de material dragado. Derrocagem submarina; derrocadeiras e emprêgo de explosivo; retirada do material escavado. Exemplos no Brasil e no estrangeiro.

XII - Melhoramento das embocaduras

- 60 - Melhoramento das embocaduras de lagunas. Melhoramentos das embocaduras em mares sem maré. Melhoramento das embocaduras em mares com maré. Aplicação das fórmulas de Ripley ao melhoramento das embocaduras. Exemplos no Brasil: Barras de Itajaí-Assú e Laguna, etc.. Exemplos estrangeiros.

XIII - Obras internas

- 61 - Condições a atender no projeto das obras internas de melhoramento de portos. Traçado e dimensionamento das obras acostáveis. Cais, molhes e "piers". Bacias de navegação: dar senas e docas: disposições em planta. Exemplos no Brasil e no estrangeiro.
- 62 - Estudo geral dos terrenos de fundação das muralhas de cais. Processo de substituição e de consolidação dos terrenos. Processos gerais de fundação: fundação direta sobre o terreno virgem ou consolidado, fundações em ensecadeiras, fundações por "havage", fundações pneumáticas, fundações sobre estacas.
- 63 - Projeto e construção das muralhas de cais. Obras de péso: contínuas e descontínuas; estruturas monolíticas, de blocos, tubulares e de caixoes flutuantes. Fundações diretas, em ensecadeiras, a céu aberto ou pneumáticas. Cálculo da estabilidade das muralhas de péso. Exemplos, principalmente no Brasil.
- 64 - Obras semi-pesadas: perfis com plataforma sobre tybulões ou sobre cavaletes, perfis sem plataforma. Fundações a céu aberto e por processos pneumáticos. Cálculo de estabilidade de e exemplos, principalmente no Brasil.
- 65 - Obras leves: perfis com plataforma, sobre estacaria ou sobre cavaletes de estacas; perfis sem plataforma (cortinas de estacas, pranchas metálicas, ou de concreto armado). Métodos de cálculo para cada tipo. Exemplos de aplicação no Brasil e no estrangeiro.
- 66 - Estudo comparado dos diversos tipos de muralha de cais. Instalações e aparelhamento de construção. Estudo das muralhas de cais dos portos nacionais; exemplos estrangeiros.

XIV - Instalações e aparelhamento

dos portos

- 67 - Acessórios dos muros de cais. Distribuição de energia e canalização de água ao longo dos cais. Duques d'Alba e del-fins. Ligação dos portos com as vias terrestres e com as vias de navegação interior. Instalações para o embarque e desembarque de passageiros.
- 68 - Aparelhamento para carga e descarga de mercadorias. Coeficientes de utilização e eficiência dos portos. Crises portuárias. Portos de comércio em geral e portos especializados. Estatísticas portuárias, especialmente do Brasil. Movimentação de mercadorias em volumes: guindastes, números e tipos diversos; transportadores. Mercadorias a granel: instalações especiais para grão, minérios e carvão. Combustíveis líquidos; instalações especializadas, precauções especiais. Instalações para inflamáveis e explosivos.
- 69 - Armazens: dimensões, número de pavimentos. Armazens especiais e frigoríficos. Largura da faixa entre a aresta dos cais e as plataformas de armazens. Disposição das linhas férreas nos portos. Forma de energia empregada nos portos. Iluminação dos portos.
- 70 - Estaleiros para reparo e construção de embarcações. Carreiras; disposições gerais e construção. Diques - flutuantes, disposições gerais; exemplos. Diques secos: disposições gerais, dimensões e construção. Estanqueidade dos diques, processo do Engenheiro Arthur Rocha para ligação estanque dos maciços de alvenaria. Bombas, aquedutos e adufas. Portas. Acessórios dos diques secos.

XV - Aplicação do método experimental ao estudo dos portos

- 71 - Laboratórios hidrotécnicos: sua finalidade. Modelos reduzidos das obras externas, internas e complementares, de um porto. Noções de correlação mecânica. Aplicação ao melhoramento das embocaduras. Dificuldades práticas e resultados obtidos.

XVI - Canais marítimos

- 72 - Classificação. Ligação dos canais marítimos com as bacias portuárias. Obras de arte e construção dos canais marítimos. Estudo rápido dos principais canais de navegação marítima.

XVII - Litoral e portos marítimos
brasileiros

- 73 - Estudo do litoral brasileiro e possibilidade do estabelecimento de portos.

- 74 - Projetos executados em portos nacionais.
- 75 - Projeto em execução nos portos nacionais.

XVIII - Balisamento das costas

- 76 - Faróis; classificação; aparelhos de iluminação; intensidade e alcance dos faróis. Rádio-faróis. Torres para faróis. Barcos faróis e bóias luminosas.
- 77 - Balisas e bóias. Sinais sonoros. Sinais de maré e outros existentes nos portos. Código internacional de sinais; convenções nacionais e internacionais empregadas no balisamento das costas e dos portos. Faróis da costa brasileira; distribuição, descrição e regulamentação.

XIX - Exploração comercial dos portos.

Legislação portuária

- 78 - Regimes de concessão dos portos nacionais. Regimes de exploração comercial. Taxas e despesas portuárias.
- 79 - Estatísticas portuárias. Movimento e capacidade dos portos nacionais.
- 80 - Portos alfandegados. Portos francos e zonas francas; vantagens e inconvenientes. Unidade e pluralidade de portos.

PARTE PRÁTICA

- 1 - Síntese dos estudos e observações necessárias à elaboração dos projetos de melhoramento dos portos, dos rios e da construção dos canais.
- 2 - Estudos topográficos. Prática dos métodos e aparelhamento de sondagens hidrográficas. Desenho de plantas; convenções e escalas.
- 3 - Estudos meteorológicos. Prática dos métodos e aparelhamento para observação da temperatura do ar, pressão atmosférica e ventos. Desenho e interpretação dos anemogramas.
- 4 - Estudo das correntes e dos rios. Prática dos métodos e aparelhamento. Correntes superficiais e profundas.
- 5 - Estudo das marés e da variação do nível dos rios. Processos práticos e aparelhamento para observação das marés, curvas de maré; predição das marés. Observações das marés nas embocaduras. Marés fluviais, traçado das curvas locais, instantâneas e lugares geométricos dos preamares e baixamares. Cubatura de marés. Observação da variação de nível dos

rios. Curvas de regímen; observações de descarga.

- 6 - Estudos geológicos. Prática dos métodos e aparelhos para sondagens geológicas submarinas.
- 7 - Obras de melhoramento dos rios. Prática e custo da dragagem nos rios e canais. Prática e custo da construção das obras longitudinais ou transversais. Prática e custo das obras de regularização dos rios. Prática e custo das obras de canalização de um rio.
- 8 - Obras externas e internas de melhoramento dos portos. Prática e orçamento dos serviços de dragagem e derrocamento nos portos, canais de acesso e nas barras. Prática e custo das obras de defesa do litoral. Projeto e construção das muralhas de cais.
- 9 - Elaboração de projetos e orçamentos: Projeto, orçamento e memória justificativa para o melhoramento de um trecho de rio. Projeto, orçamento e memória justificativa para canalização de um trecho de rio. Projeto, orçamento e memória justificativa para construção de um molhe ou quebra-mar. Projeto, orçamento e memória justificativa para construção de um muro de cais. Projeto, orçamento e memória justificativa para dragagem de um porto. Projeto, orçamento e memória justificativa para o aparelhamento de um porto.

NOTA: A parte prática do programa será desenvolvida pelo Professor Adjunto, sob a direta assistência do Professor Catedrático. A matéria de II a VI constará, tanto quanto possível, de trabalhos de campo e os projetos a que se refere o item 9º versarão sobre problemas nacionais.

Aprovado pelo C.T.A.
e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 17

CONCRETO SIMPLES E ARMADO. TEORIA, EXPERIÊNCIA E APLICAÇÕES AOS CASOS CORRENTES

Professor Catedrático:

DR. NILO ANDRADE AMARAL

I - Introdução

- 1 - Conceitos fundamentais; definições; histórico; vantagens do emprego do concreto simples e armado.

MATERIAIS

II - Concreto

- 2 - Deformações: a) próprias; b) produzidas por cargas externas.
- 3 - Resistência: a) compressão; b) tração; c) tensões combinadas; d) cisalhamento; e) tensões admissíveis.
- 4 - Dosagem.

III - Aço

- 5 - Tensões e deformações.
- 6 - Tipos de barras para armadura.

IV - Concreto e aço empregados

solidariamente

- 7 - Definições e formas construtivas.
- 8 - Aderência.

- 9 - Barras dobradas, ganchos e emendas das barras de aço.

RESISTÊNCIA DO CONCRETO ARMADO

V - Compressão e tração axiais

- 10 - Deformação imediata e lenta.
11 - Pilares simples e tirantes.
12 - Pilares cintados.

VI - Flambagem

- 13 - Flambagem de pilares.

VII - Flexão normal

- 14 - Hipóteses de cálculo e Estádios elásticos.
15 - Deformações das peças fletidas.
a) - Cálculo no Estádio I:
16 - Seções retangular, T e outras.
17 - Segurança contra a fissuração do concreto por tração.
b) - Cálculo no Estádio II:
18 - Seção retangular.
19 - Seção T.
20 - Outras seções.
21 - Cálculo de seções de mínimo custo.
22 - Cintamento da zona comprimida; armadura rígida.
23 - Crítica do cálculo baseado na relação constante entre os módulos de elasticidade.
c) - Cálculo no Estádio III:
24 - Seções retangular e T.

VIII - Flexão oblíqua

- 25 - Seção retangular.

26 - Seções T e L.

FLEXÃO E FÓRÇA NORMAL

IX - Flexão oblíqua

27 - Estudo geral do problema.

X - Flexão normal

28 - Seção retangular.

29 - Seção T.

30 - Outras seções.

31 - Cálculo gráfico.

XI - Cisalhamento

32 - Tensões de cisalhamento; tensões de aderência.

33 - Tensões principais nas peças fletidas.

34 - Estribos e barras curvadas.

XII - Torção

35 - Cálculo de peças solicitadas à torção.

XIII - Tensões próprias

36 - Tensões próprias de diversas naturezas.

37 - Tensões de retração.

XIV - Concreto protendido

38 - Vários tipos de protensão.

39 - Cálculo de seções.

XV - Aplicações (Detalhes construtivos e cálculo de acôrdo com as normas correntes).

- 40 - Pavimentações de concreto simples.
- 41 - Estacas e fundações.
- 42 - Lages armadas em uma direção e armadas em cruz.
- 43 - Lages nervuradas e mistas.
- 44 - Lages cogumelo.
- 45 - Muros de arrimo.
- 46 - Trelças.
- 47 - Blocos de apóio e articulações.
- 48 - Boeiros e canalizações.
- 49 - Silos e reservatórios.

XVI - Elaboração de projetos

- 50 - Cargas.
- 51 - Projetos de estruturas para edifícios.
- 52 - Projetos de outras estruturas.
- 53 - Orçamentos.

XVII - Construção

- 54 - Organização e instalação dos serviços; maquinismos e pessoal.
- 55 - Fôrmas e cimbres.
- 56 - Preparo, transporte e lançamento do concreto; preparo e montagem da armadura; fases de concretagem.
- 57 - Adensamento do concreto: manual e mecânico (vibração).
- 58 - Cura.

Aprovado pelo C.T.A.
e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 18

ELEMENTOS DE MECÂNICA DOS SOLOS E FUNDAÇÕES; PONTES; ESTRUTURAS METÁLICAS E GRANDES ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

PRIMEIRA E SEGUNDA PARTES

Iª Parte - Professor designado:
DR. ODAIR GRILLO

IIª Parte - Professor adjunto:
DR. PEDRO B. J. GRAVINA

Primeira Parte

ELEMENTOS DE MECÂNICA DOS SOLOS E FUNDAÇÕES

I - Mecânica dos Solos

- 1 - Conceituação da Mecânica dos Solos. Sua importância e aplicação nos diversos setores da Engenharia Civil. Progresso e estado atual.
- 2 - Origem e tipos de solos. Índices físicos dos solos. Relações entre esses índices. Pressões devidas ao peso da terra e da água.
- 3 - Textura e estrutura dos solos.
- 4 - Plasticidade e consistência das argilas.
- 5 - Capilaridade e permeabilidade dos solos. Métodos de medida do coeficiente de permeabilidade.
- 6 - Natureza das deformações dos solos; comparação com a do concreto etc.. Compressibilidade dos solos.
- 7 - Adensamento de camadas argilosas. Mecanismo e teoria do adensamento. Problemas práticos.
- 8 - Curvas fornecidas pelo ensaio de adensamento. Sua comparação com as curvas teóricas. Efeito secundário. Carga de pré

- adensamento; sua importância prática. Efeito de amolgamento sobre o adensamento das argilas.
- 9 - Resistência ao cisalhamento dos solos. Critério de resistência de Mohr.
 - 10 - Resistência ao cisalhamento das areias. Efeito de diversos fatores sobre o ângulo de atrito interno.
 - 11 - Idem das argilas. Estudos de Hvorslev e Terzaghi. Precauções na determinação prática da resistência ao cisalhamento das argilas.
 - 12 - Propagação e distribuição das tensões no solo. Fórmulas gerais de Froelich. Fórmulas de Boussinesq e de Westergaard.
 - 13 - Pressões transmitidas ao solo por fundações diretas. Métodos simplificados de cálculo. Resultados de experiências. Fórmulas para os casos de cargas pontuais e lineares.
 - 14 - Cálculo das pressões transmitidas por placas carregadas. Tabelas e ábacos. Distribuição da pressão de contacto na base de fundações.
 - 15 - Pressões transmitidas ao solo por estacas. Métodos aproximados. Fórmula de Mindlin.
 - 16 - Recalques das fundações. Causas dos recalques. Influência do tamanho da área carregada sobre os recalques. Forma dos recalques de placas flexíveis.
 - 17 - Cálculo dos recalques de fundações devidos à compressão de camadas perfeitamente elásticas. Utilização de resultados de provas de cargas.
 - 18 - Cálculo dos recalques devidos ao adensamento de camadas argilosas. Curvas tempo-recalque. Efeito da rigidez da estrutura.
 - 19 - Medida de recalques de estruturas. Comparação entre recalques calculados e recalques medidos. Exemplos de recalques observados e seus efeitos. Medidas para reduzir os recalques ou prevenir contra seus efeitos prejudiciais.
 - 20 - Capacidade de carga do solo de suporte de fundações diretas. Pressão admissível. Método de Terzaghi.
 - 21 - Métodos de Krey e de Prandtl. Pressão crítica perimetral. Influência da forma, tamanho e profundidade da fundação sobre a capacidade de carga do solo.
 - 22 - Provas de carga; precauções na sua execução; interpretação de seus resultados. Pressão admissível sobre os diferentes tipos de solos segundo normas oficiais. Segurança contra ruptura e contra recalques excessivos.
 - 23 - Capacidade de carga de fundações por estacas. Resistência de ponta e resistência de atrito. Fórmulas dinâmicas; crítica dessas fórmulas. Fórmulas estáticas.

- 24 - Provas de carga sobre estacas; interpretação de seus resultados. Cálculo da carga admissível sobre uma estaca mediante dados empíricos. Perigo de flambagem de estacas.
- 25 - Efeitos da cravação de estacas sobre diferentes tipos de solos. Comportamento de uma estaca isoladamente e num grupo de estacas. Experiências e observações diversas referentes ao comportamento de estacas.
- 26 - Efeito de arqueamento nos solos. Mecanismo e teorias de arqueamento.
- 27 - Pressões da terra sobre muros de arrimo. Empuxo em repouso, empuxo ativo e empuxo passivo. Teorias de Rankine e de Coulomb, do empuxo ativo das areias. Importância do tipo de deslocamento do muro sobre a distribuição das pressões. Experiências de Terzaghi.
- 28 - Métodos gráficos de Poncelet, Rebhann, Culmann e Engesser para a determinação do empuxo ativo.
- 29 - Empuxo ativo sobre muros de tardoço quebrado. Maciço arrimado com superfície quebrada. Empuxo ativo sobre muros com contrafortes.
- 30 - Pressões sobre o tardoço devidas a sobrecargas uniformemente distribuídas e concentradas. Empuxo ativo de maciços de solo coesivo. Tabelas e gráficos para o cálculo do empuxo.
- 31 - Empuxo passivo. Teoria de Coulomb. Métodos do círculo de atrito e da espiral logarítmica. Caso dos solos coesivos. Consideração das sobrecargas.
- 32 - Pressões da terra sobre boeiros rígidos e flexíveis e sobre escoramentos e revestimentos de túneis.
- 33 - Estabilidade de maciços de solo não arrimados. Escorregamento segundo superfícies cilíndricas. Método de Peterson. Trabalhos de Fellenius e de Taylor. Gráficos e tabelas para o cálculo.
- 34 - Estabilidade de muros de arrimo e de muralhas de cais contra o escorregamento segundo superfícies cilíndricas profundas.
- 35 - Estabilidade de cortinas. Métodos de cálculo. Resistência das paredes e placas de ancoragem. Espaçamento entre a cortina e a ancoragem.
- 36 - escoamento d'água através dos solos. Equações de Laplace. Rede de escoamento. Traçado da rede de escoamento em barragens de terra, vertedouros, ensecadeiras, etc.. Drenagem por meio de poços.
- 37 - Mecanismo da ruptura hidráulica. Carga crítica. Uso de filtros invertidos.
- 38 - Compactação dos solos. Estudos de R.R. Protter. Os métodos diversos de compactação. Controle da compactação nas obras de terra.

- 39 - Barragens de terra. Barragens de atêrro compactado e de atêrro hidráulico. Seleção dos materiais.
- 40 - Estabilidade de barragens de terra. Causas diversas de ruptura. Estabilidade do corpo da barragem e das fundações. Proteção contra a ruptura hidráulica. Referência monográfica a diversas obras executadas. Trabalhos da Inspetoria Federal de Obras contra as Sêcas.
- 41 - Fundações e bases de pavimentos rígidos e flexíveis para pistas rodoviárias e de aeroportos. Determinação do coeficiente de recalque. Método do Departamento Rodoviário da Califórnia.
- 42 - Bases e revestimentos de "solo estabilizado". Diversos tipos. "Mistura estabilizada". Emprêgo de saes e emulsões. Solo-cimento.
- 43 - Exploração do subsolo. Sondagens de reconhecimento. Sondagens para extração de amostras indeformadas. Medida da resistência à penetração. Localização e número de sondagens. Profundidades a que devem atingir as sondagens. Sondagens em cursos d'água. Poços de ensaio. Sondagens com sonda rotativa. Métodos geofísicos de exploração.

II - Fundações

- 44 - Considerações gerais. Fundações de edifícios, de pontes, de muralhas de cais, de barragens, etc.. Condições a satisfazer. Importância da exploração preliminar do subsolo.
- 45 - Fundações ordinárias a sêco. Blocos, sapatas isoladas e contínuas, fundações associadas. Placas de fundação. Cargas excêntricas. Proteção de fundações vizinhas.
- 46 - Fundações ordinárias abaixo do lençol d'água subterrânea. Escoramento das cavas de fundação. Concretagem sob água. Esgotamento, Rebaixamento do lençol d'água; métodos alemão e estado-unidense; cálculo da potência das bombas; precauções necessárias.
- 47 - Ensecadeiras. Tipos diversos: de terra, de cortina de parede simples e dupla. Ensecadeiras celulares. Cálculo de ensecadeiras.
- 48 - Fundações por poços e por tubulões abertos. Tipos diversos. Métodos de construção. Exemplos diversos de aplicação. Tubulões rotativos.
- 49 - Fundações por caixões flutuantes perdidos. Tipos diversos: forma e dimensionamento. Afundamento. Fundações sôbre enrocamentos e atêrros de areia e pedregulho.
- 50 - Fundações por processo pneumático. Tubulões e caixões. Os diferentes tipos. Câmara de trabalho, de equilíbrio e chaminé. Funcionamento. Dimensionamento. Consumo de ar comprimido. Efeitos do ar comprimido sôbre os operários; prescri

- ções para a sua proteção. Exemplos de fundações pneumáticas.
- 51 - Fundações por meio de estacas. Estacas cravadas: de madeira, de concreto armado premoldadas e de aço. Cravação. Tipos de bate-estacas. Estacas confeccionadas no interior do terreno mediante cravação de tubo ou escavação do furo; tipos diversos. Estacas mistas.
 - 52 - Estacadas; tipos diversos; determinação da carga por estaca; métodos do trapézio e das deformações. Exemplos de obras executadas.
 - 53 - Fundações de máquinas. Frequência própria da fundação oscilante. Cálculo da carga estática correspondente às cargas oscilantes e dinâmicas.
 - 54 - Reforço e calçamento de fundações. Construção de novas fundações sob estruturas existentes, Métodos diversos.
 - 55 - Reforço do terreno de fundação mediante substituição, compactação, injeção de cimento. Consolidação por processo químico. Consolidação provisória mediante congelamento. Exemplos de emprego desses processos.
 - 56 - Escolha do sistema de fundações; critério a seguir; contra-indicações típicas.
 - 57 - Acidentes em fundações. Remédios e precauções. Questões legais.

PARTE PRÁTICA

I - De Laboratório

- 1 - Ensaio de caracterização, de compactação, de permeabilidade, de adensamento, de cisalhamento, de compressão simples e tri-axial.

II - De Campo

- 2 - Sondagens de reconhecimento. Extração de amostras indeformadas.
- 3 - Classificação de solos.
- 4 - Provas de carga sobre terrenos e sobre estacas.
- 5 - Medida de recalques de estruturas. Instalações de marcos de referência para essas medidas.
- 6 - Visitas a canteiros de cravação de estacas, de fundações por sapatas, tubulares, etc..

III - Exercícios e projetos

- 1 - Exercícios de Mecânica dos Solos.
- 2 - Interpretação de resultados de sondagens para fins de seleção do tipo de fundação.
- 3 - Projetos e orçamentos de fundações de edifícios e de pontes.
- 4 - Verificação da estabilidade de muros de arrimo e de cais.
- 5 - Traçado de rêdes de escoamento.
- 6 - Projetos de barragens de terra.
- 7 - Cálculo de recalques de estruturas.

Segunda Parte

PONTES

A - NOÇÕES GERAIS

I - Estudo geral das pontes

- 1 - Classificação das pontes. Definições. Normas gerais de projeto. O estabelecimento das pontes. Cálculo da vazão. Vãos de descarga. Dimensões impostas pelo destino da obra. Divisão em vãos.

II - Materiais empregados nas pontes

- 2 - Alvenaria. Diversos gêneros de alvenaria e suas características. Madeira. Características das madeiras usadas nas pontes.
- 3 - Materiais ferrosos. Aço. Os aços empregados nas pontes. Características dos aços comuns e dos aços especiais. Vantagens e inconvenientes do emprego dos aços especiais.

III - Cargas admitidas nas pontes

- 4 - Fôrças principais e fôrças adicionais. Pêso próprio das pontes de concreto simples e armado. Pêso próprio das pontes de madeira. Pêso próprio das pontes metálicas. Principais fórmulas empregadas.
- 5 - Cargas móveis para pontes ferroviárias e rodoviárias. Impacto vertical. Estudo experimental. O coeficiente de impacto e suas fórmulas. Empuxo de terra e água. Fôrça centrífuga. Variação de temperatura. Retração do concreto.
- 6 - Fôrças adicionais. Ação do vento e sua importância. Resultados das provas aerodinâmicas sôbre modelos. Esforços longi-

tudinaijs. Impacto lateral. Atrito dos apoios. Recalque das fundações. Esfôrço no parapeito. Ações de inércia nas pontes móveis. Esforços secundários e anormais.

B - DETALHES CONSTRUTIVOS DAS PONTES

IV - Pontes de concreto simples e armado

- 7 - Pontes de vigas retas. Constituição das pontes de vigas retas. Lages simples. Lages nervuradas livremente apoiadas; contínuas; com consolos; Gerber. Lages nervuradas engastadas nas extremidades; com contrapesos.
- 8 - Pontes de vigas retas com estrado embutido. Vigas principais de alma cheia; em treliça com malhas triangulares; Viarendel. Pontes de quadros rígidos.
- 9 - Apoios. Generalidades. Apoios para pontes pequenas. Apoios metálicos. Apoios pendulares de concreto armado. Articulações para pontes de vigas Gerber. escoamento das águas nas pontes de vigas retas.
- 10 - Pontes de arcos. Generalidades. Abóbadas de concreto simples. Abóbadas com armaduras contínuas tipo Monier. Abóbadas nervuradas.
- 11 - Pontes de arcos com vigas principais independentes. Abóbadas com armaduras rígidas. Pontes de arcos tímpanos. Pontes tipo Maillart.
- 12 - Articulações. Seu objeto. Articulações de pedra; de concreto simples; de concreto armado. Articulações de chumbo; de asfalto. Articulações metálicas rolantes; girantes. Articulações Mesnager; Freyssinet. escoamento das águas nas pontes de arcos. Encontros e pilares.

V - Pontes metálicas

- 13 - Rebitemento. Seu objeto. Descrição dos rebites. Especificação para o material e para a execução. Tipos diversos de emendas. Soldadura. Processos de soldadura. Especificação para o material. Tipos diversos de emendas. Vantagens e inconvenientes da soldadura.
- 14 - Estrado. Considerações gerais. Estrado para pontes ferroviárias. Estrado descontínuo e contínuo. Estrado para pontes rodoviárias. Leito e suporte da estrada. Impermeabilização e esgotamento das águas do estrado.
- 15 - Vigamento secundário. Disposição geral. Pontes sem vigamento secundário. Pontes com transversinas. Pontes com transversinas e longarinas. Constituição, assentamento e fixação do vigamento secundário.

- 16 - Vigas principais livremente apoiadas. Vigas de alma cheia. Constituição das vigas. Vigas em treliça. Disposição geral. Classificação. Seções das barras. Vigas principais contínuas e semi-contínuas de alma cheia; em treliça. Quadros.
- 17 - Arcos. Classificação. Disposição. Pontes pênséis. Classificação. Constituição dos cabos. Vigas de rigidez. Ancoragem. Tôrres.
- 18 - Apoios. Seu objeto. Apoios fixos e móveis. Articulações. Encontros e pilares.

VI - Pontes de madeira

- 19 - Estrado. Constituição do estrado. Vigas principais. Arcos. Tipos diversos de arcos. Vigas mistas.

VII - Contraventamento das pontes

- 20 - Contraventamento. Seu objeto. Disposição geral. Contraventamento longitudinal simples. Contraventamento longitudinal duplo. Contraventamento transversal. Pórticos. Enrijamento contra a freiação.

C - CÁLCULO ESTÁTICO DAS PONTES

VIII - Dimensionamento e verificação dos elementos resistentes

- 21 - Tensões admissíveis. Considerações gerais. Os fenômenos de fadiga e o cálculo das pontes. Peças metálicas traçionadas. Peças metálicas comprimidas. Flambagem. Peças metálicas submetidas a flexão simples e composta. Peças metálicas submetidas a cisalhamento.
- 22 - Cálculo dos elementos do estrado e do vigamento secundário das pontes. Cálculo dos diversos tipos de emendas por rebatamento e por soldadura. Cálculo dos apoios e das articulações.

IX - Estudo dos sistemas elásticos.

- 23 - Linhas de influência. Generalidades. Viga de alma cheia livremente apoiada; Gerber. Efeito da carga permanente. Linhas de influência dos esforços.
- 24 - Viga em treliça livremente apoiada; Gerber. Efeito da carga permanente. Linhas de influência dos esforços.

- 25 - Arco isostático de alma cheia; em treliça. Efeito do peso próprio. Linhas de influência dos esforços. Correção da diagonal dos arcos de alma cheia.
- 26 - Viga contínua. Efeito da carga permanente. Efeito da carga acidental.
- 27 - Arco hiperestático biarticulado simples e com tirante; engastado. Efeito do peso próprio. Linhas de influência dos esforços. Efeito da variação de temperatura.
- 28 - Pórtico simples. Efeito do peso próprio. Linhas de influência dos esforços. Efeito da variação de temperatura e do empuxo de terra.
- 29 - Viga pênsil estáticamente indeterminada. Cálculo pela Teoria elástica, pela Teoria do deslocamento, pela Teoria do deslocamento proporcional.

X - Contraventamento

- 30 - Cálculo do contraventamento. Contraventamento simples. Contraventamento duplo. Contraventamento completo. Pórtico de extremidade.

XI - Encontros e pilares

- 31 - Cálculo dos encontros. Cálculo dos pilares de alvenaria; metálicos.

D - CIMBRES

XII - Classificação e estudo dos diferentes tipos de cimbres

- 32 - Generalidades. Descrição e nomenclatura das diferentes peças de um cembre. Tipos principais de cimbres. Dispositivos de decimbramento. Cálculo dos cimbres.

E - EXECUÇÃO DAS PONTES

XIII - Pontes de concreto simples e armado

- 33 - Indicações gerais. Construção em anéis. Divisão em segmentos. Métodos para melhorar o estado de equilíbrio dos arcos.

XIV - Pontes metálicas

- 34 - Indicações gerais. Montagem direta. Montagem sôbre andãime fixo. Montagem sôbre flutuadores. Montagem por lançamento direto. Montagem em consôlo. Montagem das pontes pênseis.

ESTRUTURAS METÁLICAS

XV - Generalidades e estudo das estruturas

- 35 - Considerações gerais. Constituição geral de uma tesoura metálica. Classificação das tesouras metálicas. Galpoes. Cúpulas. Estrutura metálica dos edifícios.

GRANDES ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

XVI - Generalidades e estudo das estruturas

- 36 - Considerações gerais. Edifícios de grande altura. Cobertura de grandes espaços.

TRABALHOS PRÁTICOS

- 1 - Projetos de pontes de vigas retas, de arcos, de quadros rígidos, pênseis.
- 2 - Projetos de estruturas metálicas: tesouras, cúpulas, etc..
- 3 - Projetos de grandes estruturas de concreto armado: estruturas de edifícios, coberturas.

Aprovado pelo C.T.A.
e pela Congregação.

Caixa 3

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira nº 19

ECONOMIA POLÍTICA; ESTATÍSTICA APLICADA;
ORGANIZAÇÕES ADMINISTRATIVAS

Professor Catedrático:

DR. CARLOS ALBERTO VANZOLINI

I - Economia Política

- 1 - Das ciências sociais; ciências normativas e positivas; teóricas e históricas; puras e aplicadas. Validez e aplicabilidade. Da natureza da ciência econômica: fins hierarquizados e meios escassos suscetíveis de empregos alternativos; de suas relações com outras ciências e de sua importância para o engenheiro. Distinção entre problema econômico e problema técnico. Atividade econômica. Princípio econômico. Conceito de sistema econômico, suas funções, tipos - Capitalismo, Socialismo, Comunismo, Corporativismo - e evolução histórica. Economia individual e economia social. Crítica das definições correntes. Análise econômica. Economia descritiva. História econômica. Do método da ciência econômica. Econometria.
- 2 - Escorço da História Econômica a partir da Idade Média. Sistemas feudal e corporativo. Mercantilismo. Ciclo das navegações. Revoluções comercial, industrial e agrícola. Finanças e transportes. Fisiocracia, liberalismo e capitalismo. Declínio do "laissez-faire"; intervenção do Estado na vida econômica. Resumo da História Econômica do Brasil; característicos da sua organização econômica atual.
- 3 - Conceitos fundamentais: necessidades individuais e coletivas; utilidade e ofelividade; raridade, bens e serviços, riqueza e patrimônio. Das várias classificações dos bens. Consumo. Ofelividade total, elementar e marginal (expressão matemática e representação gráfica dessas grandezas e suas relações). Lei da ofelividade. Curvas, superfícies e variedades de indiferença. Interrelações dos bens: complementaridade e substituição. Obstáculos. Do valor.
- 4 - Da procura. Hipóteses "coeteris paribus" (equilíbrios parti

- culares). Procura individual; determinação com auxílio da teoria da utilidade e por intermédio das curvas de indiferença; curvas de procura e de despesa; determinantes da procura individual. Procura coletiva (mercado). Lei da procura (Cournot-Marshall). Elasticidade da procura. Receita média e receita marginal. Generalização do conceito de elasticidade. Influência do tempo. Lei geral da procura. Procura conjunta (complementaridade).
- 5 - Divisão clássica dos fatos econômicos. Crítica. Os fatos fundamentais: produção e troca. Conceito de produção e suas diversas modalidades; classificação das indústrias (sendo lato). Conceito de troca e seu mecanismo elementar. Preço. Noção de mercado; sua evolução histórica. Mercado-ria. Importância do estudo da Troca; o problema da formação dos preços. Mecânica Econômica: Cinemática, Estática e Dinâmica.
- 6 - Dos fatores da produção: Natureza, Trabalho e Capital. Valor relativo dessa classificação em face dos critérios de homogeneidade e substituição. Serviços dos fatores:
- a) - Da Natureza: solo, sub-solo, clima, energia, flora e fauna. Conceito de fertilidade. Elementos reproduzíveis e irreproduzíveis. Da Geografia Econômica. Papel da Natureza na determinação do caráter e da distribuição das atividades produtoras; fatalismo geográfico; modificação do meio pelo homem.
 - b) - Do Trabalho: Conceito; características e principais categorias. Evolução histórica dos diversos tipos e sua coexistência no presente. Elementos de que depende a quantidade de trabalho disponível. População e sua composição. Vigor, aplicação, habilidade e educação dos indivíduos. Da Demografia. Distribuição por ocupações.
 - c) - Do Capital: Conceito; formação; capitalização; principais critérios de classificação. Importância do processo de produção indireta. Depreciação e amortização; conservação; seguro; reservas.
- 7 - Do desempenho das funções econômicas no sistema capitalista. Sistema de preços. Organização da produção. Empresa e Azienda. Conceito e função econômica. Principais categorias; sua evolução no tempo; coexistência das diversas categorias históricas no presente. Propriedade e direção efetiva, sua dissociação progressiva no presente. Divisão do trabalho e especialização; suas limitações e relações com a magnitude do mercado. Maquinização. Interdependência desses fatos. Integração. Conceito de indústria (sentido restrito). Distribuição dos serviços produtivos entre as indústrias. Princípio da aplicação mais vantajosa.
- 8 - Teoria da produção. Coeficientes de produção e função de produção. Homogeneidade e produtividade dos fatores de produção. Produtividade média e marginal. Da substituição dos fatores. Lei das proporções variáveis. Lei dos rendimentos relativos à escala. Influência da natureza da combinação

na produtividade dos fatores que dela participam.

- 9 - Do custo de produção; melhor alternativa (oportunidade). Custo dos pontos de vista da empresa e da indústria. Interdependência de custos e preços de procura. Custo total. Custos fixos e custos variáveis. Economias internas e externas. Custo unitário médio e custo marginal; representação gráfica. Análise marginalista; discussão dos características das curvas; ponto ótimo para a empresa. Dimensões ótimas da empresa dos diversos pontos de vista (técnico, mercantil, financeiro, administrativo, etc.). Custos conjuntos e custos conexos.
- 10 - Da Oferta: Conceito. Períodos: breve, médio e longo. Construção das curvas de oferta individual e coletiva (mercado). Lei da oferta. Elasticidade da oferta. Indústrias de custos constantes, crescentes e decrescentes.
- 11 - Da formação dos preços. Teorias dos equilíbrios particulares e do equilíbrio geral. Vantagens e limitações de ambas. Dos principais fatores que caracterizam os tipos de mercado. Diferenciação de produto. Exame e caracterização das espécies: concorrência pura; monopólio e monopsonio; duopólio, oligopólio e oligopsonio; concorrência monopolística. Dos diversos tipos de mercado resultantes da combinação dessas espécies. Mercado perfeito; sua realização. Lei da unicidade do preço. Bolsas e instituições subsidiárias. Natureza e função da especulação. Das diversas formas de monopólio. Conceito de mercadoria à luz desses fatos.
- 12 - Determinação do preço em regime de concorrência pura. Equilíbrio da empresa e equilíbrio da indústria (sentido restrito); períodos (breve, médio e longo). Preço normal. Influência das variações da oferta e da procura. Tendência dos preços quando o mercado é perfeito.
- 13 - Determinação do preço nos regimes de monopólio e de concorrência monopolística. Duopólio e oligopólio. Influência da elasticidade da procura e dos vários regimes de custo. Discriminação de preços. Dos custos de venda (concorrência monopolística). Elementos restritivos e regulamentação dos monopólios. Serviços de utilidade pública.
- 14 - Da formação dos preços. Teoria do equilíbrio geral. Teorema de Jevons-Walras. Equações da troca e da produção (Parato). Equações de Cassel. Significação e alcance das teorias estáticas.
- 15 - Dos agrupamentos de empresas; monopólios coletivos. Classificação de acordo com os objetivos. Formas de organização: (Cartel, Grupo, "Konzern", Trust, "Holding Company", "Merger") e processos adotados ("gargalos", discriminações, maneio de normas legais). Condições para a efetivação dos acordos. Concorrência potencial. Intervenção do Estado; suas diferentes modalidades no passado e no presente; exemplos no Brasil. "Dumping". Concorrência latente dentro do agrupamento. Distinção entre os regimes de concorrência, de monopólio unitário e de monopólio coletivo. Políticas de preços. Estabilização (liderança de preços, ponto - ba-

se, etc.). Do nível em que tende a se fixar o preço em cada um deles.

- 16 - Dos preços dos serviços dos fatores da produção (teoria da Distribuição). Distribuição pessoal e distribuição funcional; das desigualdades entre indivíduos e na distribuição da propriedade. Conceito de rédito; tipos fundamentais: salário, juro, renda, elemento residual - lucro. Do carácter derivado, dos determinantes e da elasticidade da procura dos serviços dos fatores da produção; da heterogeneidade dos elementos que os constituem. Conceito de produtividade; produtividade marginal. Hipóteses simplificadoras fundamentais e condições de equilíbrio em regime de concorrência. Substituição; possibilidades técnicas; elasticidade de substituição. Tipos de mercado dos serviços dos fatores da produção. Efeitos da variação da procura do produto; da oferta e dos preços dos serviços dos fatores; das inovações; das flutuações cíclicas.
- 17 - Salário. Semelhanças e diferenças em relação aos demais preços. Salário nominal e salário real. Do problema da medida e retribuição do trabalho individual. Tipos de salário. Das disparidades existentes e das forças que tendem a produzi-las, a mantê-las e a eliminá-las. Grupos não concorrentes, superlotação e rarefação nas classes. Diferenças locais; exploração do trabalho; salário mínimo; trabalho de mulheres e orfanças. Peculiaridades da oferta e da procura de trabalho; períodos (breve, médio e longo). Produtividade marginal e substituição. Teoria do equilíbrio. Das demais teorias. Influência das variações na procura do bem produzido; dos progressos da técnica; dos recursos naturais; da população; de elementos extra-econômicos. Imperfeições no mercado. Sindicalização: suas causas; armas de luta dos empregados; tendência para estruturação monopolística-monopsonística do mercado. Órgãos de conciliação e arbitramento. Princípios econômicos que regem o ajustamento das divergências.
- 18 - Juro: Conceito. Capital fluido (fundos) e capital especializado: gradações; imobilização. Homogeneidade e mobilidade do capital fluido. Taxa de juro. Das razões da existência do juro. Preferência pelo imediato ("time-preference") e pela liquidez ("liquidity-preference"). Oferta de fundos; fatores que a afetam; motivos para poupança; custo. Procura de fundos: consumo e produção; interrelações com a procura de bens de produção; repartição dos fundos disponíveis entre os vários empregos. Tipos de mercado. Taxa bruta e taxa líquida. Juro implícito e juro explícito. Fixação da taxa do mercado pela oferta e pela procura; restrições concernentes à solução gráfica. Influência dos bancos. Exame sintético das relações entre salário e taxas de juros.
- 19 - Renda: Noção vulgar e conceito econômico. Teoria ricardiana da renda da terra. Tendência histórica relativa à variação da renda da terra. Da renda como custo de produção: pontos de vista social, da indústria e da empresa. Generalização do conceito de renda; inelasticidade da oferta dos fatores da produção; limitações desse conceito. Do rédito

produzido pelos capitais fixos; renda, quasi-renda, juro. Análise dos tipos e das situações de mercado (serviços dos fatores); influência das possibilidades de reprodução do fator e do período considerado. Capitalização; desconto. Das relações entre oferta, procura e preço dos serviços dos fatores produtivos e elementos análogos dos próprios fatores. Dos tipos e situações de mercado; dos elementos que influem sobre a oferta e a procura. Extensão a outras categorias de bens. Investimento; ações e obrigações. Peculiaridades do mercado. Influência das variações da renda e da taxa de desconto; relação entre esta e a taxa de juros. Os problemas da avaliação e da depreciação.

- 20 - Lucro: Conceito; distinção entre lucro e salário de direção; caráter residual do lucro e semelhança com a renda. Fontes monopolísticas e dinâmicas. Das diversas espécies de lucro. Seguro. Das relações do risco e da incerteza com o lucro.
- 21 - Estudo sintético do sistema de preços considerado em conjunto. Das insuficiências das teorias expostas; interdependência de todos os preços; crítica geral. Das funções do sistema de preços nas economias livres. Economias dirigidas. Funcionamento dos sistemas socialistas e do comunista. Validez da teoria do valor nos diversos sistemas econômicos.
- 22 - Da moeda: Origem e funções. Evolução; requisitos; moeda metálica. Sistema monetário; padrão; cunhagem; soberania e regalia; cunhagem livre; moeda divisionária; poder liberatório. Moeda real e moeda fiduciária. Papel representativo, conversível e inconversível; função das reservas. Padrão ouro, seus característicos, vantagens e deficiências. Abandon do padrão ouro. Bimetalismo; das relações real e legal entre os valores dos metais padrões. Lei de Gresham, seu mecanismo.
- 23 - Do crédito: Natureza; tipos e instrumentos. Bancos e sua importância nas operações de crédito. Exame da natureza, estrutura e funcionamento dos bancos através do balanço. Funções dos bancos comerciais. Criação dos depósitos bancários; cheques; notas bancárias; vantagens e inconvenientes dos cheques e das notas bancárias. Reservas e seu ajustamento; solvência e liquidez; restrições à emissão de notas; empréstimos e descontos; elasticidade, expansão e inflação de crédito. "Clearing". Dos bancos especializados. Bancos centrais e suas funções. O "Federal Reserve System". Noções de finanças das empresas.
- 24 - Do valor da moeda, sua significação. Índice monetário, conceito, dificuldades que levanta sua construção; fórmulas. Lei circulatória; aplicação ao estudo dos sistemas monetários. Teoria quantitativa da moeda - quantidade de meios de pagamento em circulação, velocidade de circulação, volume das transações e nível geral dos preços, elementos que os determinam. Estudo dos fenômenos monetários e de suas consequências com auxílio da equação das trocas. Inflação e deflação. Deserção da moeda. Política monetária. A moeda no Brasil.

- 25 - Do comércio internacional e interregional. O princípio da vantagem relativa e suas limitações, hipóteses implícitas e explícitas. Mecanismo dos pagamentos internacionais e seus instrumentos; papel dos bancos. Trocas triangular e outras. Do câmbio em regime padrão-ouro; paridade; "gold-points"; influência da oferta e da procura; corretivos; limitações. Do câmbio fora do padrão ouro; da paridade de poder aquisitivo; influência da oferta e da procura; corretivos; controle oficial do câmbio. O problema da estabilização. Efeitos da taxa cambial sobre o comércio internacional. Balança comercial, balança de pagamentos, balança de contas; exportações e importações invisíveis, sua importância. Corretivos para os excessos de exportações e de importações. "Clearing" internacional. Da intervenção dos Governos no comércio internacional. Livre câmbio e protecionismo. Política aduaneira - direitos, tarifas, tratados, cláusula da nação mais favorecida; portos francos, indústrias e armazéns alfandegados, mercadorias em trânsito; "draw-back". Proibições, restrições, quotas. A política comercial brasileira.
- 26 - Da finança pública. Conceitos fundamentais. Orçamento; receita e despesa. Dos tributos em geral; classificação e conceituação, impostos, taxas, contribuições. Teorias da tributação. Requisitos de um sistema tributário. Da incidência e translação dos tributos - seus efeitos econômicos. Dívida pública. Das finanças públicas e do sistema tributário brasileiro.
- 27 - Dos transportes terrestres, aéreos e sobre água. Das tarifas e seus problemas. Discriminação. Desperdício. Regulamentação. Problemas atuais das ferrovias.
- 28 - Dos ciclos econômicos. Natureza, fases; o esquema do ciclo e a realidade. Ciclos secundários. Conjuntura. Barômetros econômicos. Teorias dos ciclos econômicos. Crítica. As teorias dos ciclos e a intervenção dos Governos. Os ciclos e os diversos sistemas econômicos.
- 29 - Escorço da História da Teoria e das Doutrinas Econômicas. Antiguidade. Idade Média. Mercantilismo; Cromwell, Colbert, Pombal. Fisiocracia; Quesnay, Turgot. Liberalismo; Hume, Adam Smith e a "Riqueza das Nações", Malthus, Ricardo, J.S. Mill; pessimistas e otimistas. As reações contra o liberalismo - List, S. Simon, Proudhon, K. Marx. Sindicalismo e as várias formas de socialismo. O período de transição das antigas para as novas teorias; a Escola Histórica; a Escola Austríaca; a Escola Matemática. A Teoria do equilíbrio. Rumos recentes.
- 30 - Dos problemas da organização dos trabalhadores. Sindicatos e sua política. Corporativismo. Seguros sociais; natureza, benefícios, métodos de financiamento; aspectos gerais da questão. A legislação brasileira.

II - Estatística Aplicada

- 31 - Revisão dos pontos fundamentais da estatística matemática.

- 32 - Aplicações e problemas que interessam ao engenheiro, principalmente o do controle da qualidade dos produtos: especificações e recepção.
- 33 - Estudo das séries cronológicas, tendo em vista a teoria dos ciclos econômicos e a demografia.
- 34 - Números índices. Construção. Diversas fórmulas. Aplicações.

III - Organizações Administrativas

- 35 - Conceito de organização. Das diversas orientações. Os precursores. Taylor, Gantt, Barth, Gilbreth. Fayol e sua escola. Ergotécnica. A importância atual e o futuro da Ciência da Organização. Do método científico. Das funções e órgãos das empresas. Classificação das funções. Princípios de administração (Fayol). Qualidades do administrador. Como aferir o valor de uma administração.
- 36 - Decisões básicas; localização; estabelecimento de princípios e orientação geral; programa e orçamento. Organização, elementos e princípios fundamentais. Tipos de organização. Descrição, avaliação e classificação dos serviços. Estudo dos movimentos e dos tempos. Pesquisa. Simplificação. Padronização. Sistematização.
- 37 - Do pessoal: Departamento do pessoal; utilidade e funções. Recrutamento. Orientação. Seleção e Formação Profissional. Relações entre empregados e empregadores. Regimen de trabalho. Treinamento. Higiene. Fadiga. Alimentação. Assistência médica e cultural. Salários (tipos, modalidades, cálculos) e incentivos. Serviço social.
- 38 - Instalações, equipamento e materiais. Disposição geral e formas dos edifícios e maquinismos. Movimentação dos materiais. Iluminação. Ventilação. Energia. Seção de Compras. Depósitos. Conservação. Eliminação dos desperdícios.
- 39 - Fabricação. Expedição de ordens. Estudos e projeto; determinação da marcha das operações; distribuição do serviço. Inspeção. Controle da produção.
- 40 - Vendas. Análise do mercado. Propaganda. Relações com o público e os distribuidores. Controle geral. Emprêgo do orçamento. Dos lucros. Gráficos e outros elementos de apreciação e controle rigoroso.

Aprovado pelo C.T.A.
e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 20

ESTÉTICA; COMPOSIÇÃO GERAL; URBANISMO

PRIMEIRA E SEGUNDA PARTES

Professor Catedrático:

DR. LUIZ DE ANHAIA MELLO

ELEMENTOS DA COMPOSIÇÃO

I. - Componentes elementares

1 - Molduras e perfis.

II - Elementos de apoio

2 - Apoios isolados: pés direitos, colunas, pilares. As ordens.

3 - Apoios em ressaltos: pilastras, antas, contrafortes.

4 - Apoios em consôlo: consôlos, misulas, modilhões.

5 - Apoios contínuos: muros; base, corpo e coroamento. Parapeitos, balaustradas, áticos e frontões.

6 - Aberturas nos muros: portas, janelas, balcões, galerias, trifórios, arcadas e colunatas.

III - Elementos apoiados

7 - Coberturas.

8 - Tetos: planos, em ressalto e em abóbadas.

9 - Pavimentos.

IV - Seções dos edifícios

- 10 - Ingressos, pórticos, corredores.
- 11 - Escadas, elevadores e escaladores.
- 12 - Pátios, claustros, áreas e saguões.
- 13 - Peças de recepção.
- 14 - Peças de habitação privada.
- 15 - Peças de serviço.
- 16 - Anexos das habitações.
- 17 - Gradis e portões.
- 18 - Jardins e parques.

V - Edifícios

- 19 - Associação lógica das diferentes seções de acôrdo com o programa. Dados particulares relativos à situação, orientação, clima e materiais. Distribuição e equilíbrio das massas.

VI - Edifícios particulares.

- 20 - Casas operárias, burguesas e senhoriais. Apartamentos.

VII - Edifícios públicos ou de uso de utilidade pública

- 21 - De habitação coletiva: hotéis, asilos, casernas.
- 22 - De instrução: escolas, museus, bibliotecas.
- 23 - De administração: do executivo, legislativo e judiciário.
- 24 - Penitenciários: cadeias e penitenciárias.
- 25 - Hospitalares: hospitais, maternidades, hospícios.
- 26 - De finanças e comércio: bolsas, bancos, lojas e armazens.
- 27 - De alimentação: restaurantes, mercados, matadouros, frigoríficos.
- 28 - Industriais: fábricas, oficinas, garagens.

- 29 - De transporte: estações, correios, telégrafos, centrais telefônicas.
- 30 - Teatros: antigos e modernos.
- 31 - De recreio e esportes: estádios, piscinas, casinos, hipódromos.
- 32 - Religiosos: templos, monastérios.
- 33 - Funerários: túmulos, morgues, cemitérios.
- 34 - Militares: escolas e quartéis.
- 35 - Monumentos comemorativos e decorativos: colunas, arcos, estátuas, fontes.

ESTÉTICA

I - Propedêutica filosófica

- 1 - Conhecimento, ciência, filosofia. Fatos fisiológicos, psicológicos e sociais. Fenômenos fundamentais da vida psíquica. Sensações e imagens. A vida afetiva. O prazer e a dor. A emoção. A imaginação creadora.
- 2 - Noções de Lógica Formal e Metodologia. Intuição e raciocínio. A ciência e as ciências. O método. Análise e síntese. Indução e dedução.

II - Estética geral

- 3 - Estética: seu objeto e métodos. Histórico. Estética como ciência das formas e não apenas meta-estética, ou filosofia do belo e da arte.
- 4 - Arte. Belo. Belas artes. Elementos objetivos e subjetivos do belo. Beleza natural e beleza artística.
- 5 - Gosto. Estilo. Ritmo.
- 6 - Impressionismo e dogmatismo. Valor e norma.
- 7 - As grandes teorias estéticas, do Hedonismo ao misticismo. A estética integral.
- 8 - Estética psicológica. Sentidos estéticos. O autor e o amador. Técnica e "métier".
- 9 - Inspiração, talento, gênio. A arte e a vida. Categorias estéticas.
- 10 - Estética sociológica. Interpsicologia e sociologia. Teorias

sociológicas. Individualismo artístico e sociologia.

- 11 - Condições sociais estéticas e anestéticas. Relativismo histórico de Taine e vitalismo de Guyau. Arte e pátria. Finalidade superior da arte.
- 12 - As belas-artes. Classificações diversas e sua crítica. Noções fundamentais da teoria da gravura, escultura, pintura, literatura, música, dança, urbanismo e paisagismo.

III - Estética da arquitetura

- 13 - A arquitetura: expressão material da alma dos povos. Definições e crítica. Forma e conteúdo. Classicismo, funcionalismo, ecletismo. O arquiteto e sua função social.
- 14 - A teoria da arquitetura. Elementos estáveis e instáveis. Fatores técnicos e artísticos. As etapas da exteriorização: esboço mental, esboço gráfico, projeto, realização.
- 15 - Elementos de ordem material: solo, materiais e clima.
- 16 - Elementos de ordem social e econômica: o cliente e o programa, preços, impostos, leis e regulamentos. Mão de obra e legislação social.
- 17 - Elementos de ordem artística: partido, composição, proporções, correções óticas, escalas, "mise-en-valeur", possibilidades técnicas de execução.
- 18 - As formas: apoios, vedações, coberturas e circulações. Formas complexivas e secundárias de conveniência, estrutura e expressão. A modernidade. A vida das formas. Tradição e renovação.
- 19 - A decoração e o ornato: poesia da forma. Fontes, processos, normas gerais, estilização. Evolução das formas decorativas. Construção e decoração. Nudismo, equilíbrio, predominância do ornato.
- 20 - O estilo e os estilos. Os diferentes ciclos e sua evolução no tempo e no espaço. Os grandes estilos e os estilos inferiores.
- 21 - Os princípios gerais. Conforto e estética. Harmonia e simetria. Simplicidade e pobreza. Lógica e sentimento. Internacionalismo e racionalismo. Conclusões.
- 22 - As teorias da arquitetura. Histórico da estética da arquitetura na Antiguidade, Idade Média, Renascimento, Épocas Moderna e Contemporânea. De Vitruvius a Le Corbusier, Congresso de La Sarraz (1928) e Correalismo de Kiesler. Crítica dessas teorias.
- 23 - A arquitetura, livro de imagens da Humanidade. Sua história e evolução. A platibanda. O arco e a abóbada. Evolução desta no Ocidente e no Oriente. A "Croisée d'ogives" da

Ilha de França. Renascimento. Barroco. Os Neos. Renascença romântica. Ecletismo geral. Ferro e racionalismo. "Modern style". Concreto armado. Neoplasticismo e funcionalismo. Biotécnica. Estética do engenheiro e arquitetura.

IV - Paisagismo

(Landscape - Design)

- 24 - Arquitetura da paisagem e sua teoria.
- 25 - Elementos da composição paisagística: terra, vegetação, estruturas.
- 26 - Estilos históricos: clássicos e românticos; humanizados e naturalísticos.
- 27 - Os tipos da composição paisagística.
 - A - o jardim;
 - B - o parque particular ("estate");
 - C - a subdivisão dos terrenos;
 - D - o parque público e a reserva florestal.

URBANISMO

I - Urbanismo, sociologia construtora: ciência, arte e organização social

- 1 - Definições, objetivo e importância. Realizações nas fases: legal, prática e de desenho. Métodos de correção e prevenção. O esforço educacional. Recentes avanços do urbanismo.

II - Urbanização

- 2 - Origem da vida urbana. Sinequismo, psicologia, interpsicologia e sociologia. Definição, locação e tipos de cidades. A estrutura da cidade: morfologia e ecologia. O crescimento urbano: expansão, mobilidade e metabolismo. A cidade tentacular moderna e seus característicos essenciais. Distritos metropolitanos, polipolitanos e conurbes.
- 3 - A cidade e o "hinterland". Cidade e campo: possíveis conflitos de interesses e meios de acomodá-los. Desenvolvimento rural planejado.
- 4 - História natural das cidades - prehistória, antiguidade, idade média, renascimento, épocas moderna e contemporânea.

III - A cidade, problema de governo

- 5 - A cidade, fenômeno geográfico e social; o município, unidade funcional. Histórico e estrutura do município. Regime municipal: autonomia, subordinação, equilíbrio político.
- 6 - Forma dos governos municipais europeus e americanos. Os novos agentes da democracia: iniciativa, referendun e destituição. Política e administração.
- 7 - O executivo municipal. Princípios e problemas administrativos. Departamentos e sua organização intra e interdepartamental.
- 8 - O funcionalismo e problemas relativos. Comissões de serviço civil e departamento do pessoal.
- 9 - Órgãos auxiliares e consultivos da administração municipal: órgão estadual de assistência técnica e fiscalização das finanças, "bureau" de pesquisas municipais, comissão do plano das cidades, conselhos técnicos e de contribuintes.
- 10 - As associações cívicas. A imprensa. A opinião pública e meios de conquistá-la e orientá-la. Esquema de organização administrativa para urbanismo positivo. Critérios objetivos de um bom governo municipal.

IV - A finança municipal

- 11 - As despesas públicas e causa do seu aumento constante. Classificação das rendas municipais. Taxas especiais ou de melhoria e problemas relativos.
- 12 - O crédito público. Dívidas municipais: classificação, limitações, títulos diversos e seus característicos.
- 13 - Administração financeira. Orçamento municipal e sua organização. Contabilidade, revisão e controle. Estatísticas e relatórios.
- 14 - O plano regulador e seu programa financeiro de longo termo. Prazos a adotar. Avaliação das despesas e sua distribuição e seriação de acôrdo com os recursos a obter.

V - Avaliação dos imóveis urbanos

- 15 - Base econômica e elementos do valor imobiliário. Fatores de valorização. Unidade de comparação e medida. Regra da raiz quadrada. Tabelas de valor de fundos. Avaliação das esquinas e outros casos particulares. Avaliação das estruturas: depreciação física e funcional.

VI - A economia da terra urbana

- 16 - Classificação da terra urbana. Característicos físicos, lê

gais e econômicos. Forças econômicas que determinam a utilização. Problemas básicos da economia pública e privada. Teoria da propriedade e suas consequências.

VII - A legislação do urbanismo moderno

- 17 - Princípios gerais. A expropriação. Expropriação marginal e de zonas. Redistribuição. Controle da abertura de vias de comunicação, loteamentos e reserva de espaços abertos. Regulamentação da edificação e zoneamento. Controle da circulação. Os serviços de utilidade pública e a garantia da sua finalidade social. Métodos europeus e americanos de administração do "planning"; legislação respectiva. Consolidação de leis, decretos, regulamentos referentes ao município.

VIII - Organização de um plano de desenvolvimento

- 18 - Elementos básicos do plano regulador; de remodelação, alinhamento e extensão; "master or development plan".
Inquéritos:

- a) O inquérito preliminar ou reconhecimento. Requisitos e finalidade. Fixação da unidade e suas diversas categorias.
- b) O inquérito cívico compreensivo, "civic survey" ou "dossier" urbano. Elementos a coligir.

Exemplos notáveis. O plano: expressão gráfica e regulamentos. Planos consultórios e imperativos. Planos de remodelação e extensão. Planos de cidades novas. Elementos horizontais e verticais.

A aplicação do plano: Exame dos problemas: cívico, administrativo, financeiro e técnico. Exemplos.

IX - Planos regionais

- 19 - Necessidade de fixação preliminar das linhas mestras das comunicações e uso da terra. Estudo das relações de massa. Plano regional de espaços abertos e sua ligação. Preservação das amenidades. Distribuição das populações: recentralização da habitação e da indústria. Salubridade das cidades. Planos estaduais e nacionais.

X - Elementos físicos de um plano

Estáticos e Dinâmicos

- 20 - O sistema viário: Funções, classificação e traçado das ruas. Exigências da circulação, da higiene e da estética.

Sistema e plano das vias principais. Reajustamento da rede dos centros urbanos. Cruzamentos. Praças de diferentes tipos e funções.

- 21 - Espaços abertos e amenidades: espaços abertos públicos e privados: superficiais e aéreos. Sistema geral de recreio para todas as classes e idades da população. Modalidades essenciais: de passeio, atléticos e educacionais. Classificação, percentagem, distribuição e ligação dos diversos elementos. "Standards" mínimos a adotar. Preservação das áreas e sítios pitorescos.
- 22 - Zoneamento: histórico, importância e objetivos. Zoneamento de uso, densidade e altura. Regulamentação e administração. Exemplos. Zoneamento urbano e regional. O arranjo-céu e problemas relativos.

XI - Problemas específicos de desenvolvimento local

- 23 - Subdivisão dos terrenos: regras a observar no traçado das vias secundárias. Quadras, super-quadras e células residenciais. O lote e sua economia.
- 24 - A edificação, terceira dimensão do plano:
 - a) Edifícios públicos e de uso público: centrais, policêntricos e periféricos. Seu agrupamento e relação com o sistema viário e zoneamento. Centros e subcentros: civis, de esporte, cultura, negócios, transportes, industriais.
 - b) A habitação: salubre, acessível, agradável. Seus característicos e requisitos essenciais. O cortiço e meios de erradicá-lo. Técnica e economia da casa barata. Distritos congelados. Esquema de reconstrução de largas áreas. Congressos internacionais de habitação e suas conclusões. Códigos e padrões.
- 25 - Cursos d'água: agenciamento das suas margens. Pontes e sua ligação com o sistema viário principal.
- 26 - A arte cívica: arquitetura e estética urbana. Censura estética das estruturas. Cartazes, sua regulamentação.

XII - Cidade jardim

- 27 - Cidades jardins e satélites. Histórico, característicos, vantagens. Descentralização e recentralização da indústria e da habitação. Exemplos atuais: Letchworth, Welwyn, Wythenshawe.

XIII - A dinâmica do plano

- 28 - A circulação. O problema geral: suas origens, desenvolvimento e característicos atuais. Causas de congestionamento e meios de remediá-los. Inquéritos. Acidentes. Estacionamento. Regulamentação e organização administrativa. Planos de controle da circulação. Exemplos.
- 29 - Trânsito e trânsito rápido: o automóvel de uso particular e de uso público: "taxicab", ônibus, "trolleybus", "Tramwais" elétricos. Hábito de viajar ("rinding-habit") e sua variação: elementos favoráveis e perturbadores. Trânsito rápido: linhas elevadas, de superfície e subterrâneas. O transporte coletivo e sua relação com o crescimento urbano e o sistema viário. Deslocação, coordenação, integração e unificação das agências.
- 30 - Transportes: hidro, rodo e aerovias. Sistemas tubulares. As terminais: portos, estações, aeroportos. Locação e características atuais. Concorrência, coordenação e integração dos sistemas. As agências de comunicação e a vida social.
- 31 - Serviços públicos e de utilidade pública: as funções municipais e o seu desenvolvimento. Serviços indiretos e serviços diretos no campo: 1º - do desenvolvimento cultural, 2º - do controle social e físico, 3º - dos serviços de utilidade pública, especialmente com relação à água, esgotos pluviais e sanitários, limpeza pública, eletricidade para força, luz, calor, frio, comunicação.

XIV - O problema Econômico-social dos

Serviços de Utilidade Pública:

- 32 - Classificação e característicos dos serviços de utilidade pública ("public utilities"). Corporações e supercorporações. "Holding-Companies". Necessidade de monopólio e meios de defesa do interesse público.
- 33 - A) Socialização parcial ou total; efetiva ou potencial. Países de custo.
- 34 - B) Contratos e concessões: tipos atuais.
- 35 - C) Regulamentação pelas comissões de serviços de utilidade pública, federais, estaduais e municipais. Finalidade da regulamentação e meios de atingi-la. Código de águas.

Aprovado pelo C.T.A.

e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 21

- ELETROTÉCNICA -

Primeira Parte: MÁQUINAS ELÉTRICAS.

Segunda Parte: MEDIDAS ELÉTRICAS E MAGNÉTICAS.

Professor Catedrático:

DR. FRANCISCO EMYGDIO
DA FONSECA TELLES

ELETROTÉCNICA (Primeira Parte)

(GERADORES, MOTORES E TRANSFORMADORES)

I - Preliminares

- 1 - Materiais empregados em eletrotécnica. Isolantes. Condutores. Magnéticos.
- 2 - Ação electromagnética sobre a corrente de um condutor cercado de ferro. Indução electromagnética no mesmo caso.
- 3 - Correntes periódicas nas massas metálicas. Fio de seção circular. Chapa delgada. Efeito Kelvin.

II - Dinamos

- 4- Princípio. Espira em campo uniforme. Coletor. Anel Gramme. Potenciais no coletor. Reação do induzido.
- 5 - Comutação. Gentelhas. Ângulo de calagem. Estudo elementar da comutação.
- 6 - Perdas no ferro do induzido: Correntes de Foucault e histerese. Variação com a velocidade. Correntes parasitas no cobre. Induzido dentado e suas vantagens.
- 7 - Tipos de induzido: Anel. Tambor. Disco. Vantagens e inconvenientes.

- 8 - Enrolamentos. Anel bipolar. Dínamos multipolares. Enrolamento em paralelo. Conexões eqúipotenciais. Enrolamento em série.
- 9 - Enrolamento múltiplo. Enrolamento em séries paralelas. Fórmulas dos enrolamentos.
- 10 - Resistência interna dos induzidos. Cálculo da f.e.m. de um dínamo.
- 11 - Excitação. Máquinas magneto-elétricas e de excitação independente. Auto-excitação. Dínamo série. Propriedades. Regulador Brush.
- 12 - Dínamo shunt. Propriedades. Regularização da tensão. Reguladores Thury e Tirrill.
- 13 - Dínamos compound e hipercompound. Propriedades. Supervoltadores.
- 14 - Estudo magnético dos dínamos. Característica magnética. Amperes-giros parciais e totais. Coeficiente de dispersão.
- 15 - Lemas de Forbes. Relutância na região dos dentes: Caso de induções fracas. Caso da saturação dos dentes.
- 16 - Estudo dos fluxos antagonista e transversal. Fórmula de Es-son. Cálculo da excitação do dínamo em carga.
- 17 - Estudo analítico da comutação. Artíficos auxiliares da comutação. Interpolos. Enrolamentos compensadores.
- 18 - Dínamos especiais:-Rosenberg; de escôva auxiliar; Petersen. Dínamo com divisor de tensão.
- 19 - Projeto de um dínamo: Dados. Induzido. Coletor. Indutor.
- 20 - Características dos dínamos: Característica de circuito aberto; de reação de induzido; de tensão constante; externa.
- 21 - Associação dos dínamos: Diversos casos. Ligação e desligação de uma unidade.
- 22 - Construção dos dínamos: Indutor. Induzido. Coletor. Escôvas e porta-escôvas.

III - Motores de corrente contínua

- 23 - Generalidades. Força contra-electromotriz. Conjugado motor. Comparação dos rendimentos da geratriz e do motor.
- 24 - Motor série. Curvas características. Reostato de arranque. Inversão do sentido de rotação. Ligação série-paralela. Variação da velocidade. Recuperação.
- 25 - Motor shunt. Curvas características. Reostato de arranque. Inversão do sentido de rotação. Variação da velocidade.

Recuperação.

- 26 - Motor compound adicional e diferencial. Pontes múltiplas e sistema Ward Leonard. Cálculo dos reostatos de arranque. Projeto de um motor.

IV - Corrente alternativa

- 27 - Reapitulação sobre correntes alternativas. Representação gráfica.
- 28 - Representação simbólica.
- 29 - Circuitos que contém ferro. Efeitos da saturação e da histerese sobre a curva da corrente no caso de uma tensão aplicada da sinusoidal. Deformação do fluxo no caso da corrente sinusoidal.
- 30 - Correntes alternativas não-sinusoidais. Série de Fourier. Harmônicas. Circuitos com self-indução e capacidade. Ressonância.
- 31 - Noções sobre as componentes simétricas.

V - Alternadores

- 32 - Generalidades. Relação entre a frequência e a velocidade. Alternadores heteropolares e homopolares. Alternadores monofásicos e polifásicos. Alternadores de induzido móvel, de indutor móvel, de ferro girante.
- 33 - Excitação dos alternadores. Auto-excitação. Excitatriz. Regularização da tensão. Regulador Tirrill.
- 34 - Alternadores polifásicos. Caso geral. Alternadores difásicos. Alternadores trifásicos. Ligações estrela e delta. Efeito da self-indução. Efeito da capacidade. Auto-escoorvamento.
- 35 - Produção de correntes alternativas com um induzido Gramme. Caso de uma máquina multipolar. Potência em mono, tri e hexafásico.
- 36 - Enrolamentos de alternadores: imbricado ou ondulado; concentrado ou distribuído. Número inteiro ou fracionário de ranhuras por pólo e por fase. Bobina de passo pleno ou fracionário.
- 37 - Cálculo da f.e.m. de um alternador. Caso de um campo sinusoidal. Fator de redução. Caso de um campo não-sinusoidal.
- 38 - Construção dos alternadores. Indutor. Induzido. Harmônicas devidas aos dentes e sua atenuação. Circuitos amortecedores.
- 39 - Predeterminação da excitação de um alternador. Composição

dos ampères-giros.

- 40 - Projeto de um alternador: - Dados. Cálculo do induzido. Cálculo do indutor.
- 41 - Associação de alternadores. Estudo gráfico.
- 42 - Condições mecânicas dos grupos em paralelo. Movimentos pendulares. Sincronização. Dispositivos e aparelhos auxiliares da sincronização.

VI - Transformadores

- 43 - Princípio. Teoria elementar. Tipos: nuclear ou encouraçado; bobinas concêntricas ou discos; monofásico ou polifásico. Dispersão.
- 44 - Transformador equivalente. Teoria gráfica do transformador.
- 45 - Estudo pelo método simbólico. Circuito equivalente. Predeterminação da queda de tensão. Diagrama de Kapp.
- 46 - Diagrama do círculo. Rendimento. Distribuição mais conveniente das perdas.
- 47 - Dimensões dos transformadores. Variação das perdas, da superfície de resfriamento, da potência. Métodos de resfriamento. Óleo de transformador. Piranol.
- 48 - Polaridade. Transformação com mudança do número de fases: Trifásico em difásico. Trifásico em hexafásico.
- 49 - Transformação da corrente trifásica por meio de transformadores monofásicos. Conexões em trifásico: - estrela-estrela e delta-delta, diretas e invertidas; estrela-delta e delta-estrela; conexão em zig-zag.
- 50 - Conexões em V e em T. Transformadores monofásicos com enrolamentos subdivididos. Ligação em paralelo de transformadores. Distribuição da carga entre transformadores em paralelo.
- 51 - Auto-transformador. Transformador supervoltador e regulador de indução. Transformador de corrente constante. Transformador de três enrolamentos.
- 52 - Construção de transformadores.
- 53 - Projeto de um transformador.

VII - Motores assíncronos polifásicos

- 54 - Princípio. Teoria elementar. Escorregamento. Conjugado motor. Curvas de Leblanc.
- 55 - Dispersão. Perdas. Fator de potência. Curvas característi-

cas. Circuito equivalente. Efeito da variação da tensão ou da frequência.

- 56 - Métodos de arranque: - Ação sobre o circuito do estator. Ação sobre o circuito do rotor. Dispositivos de Boucherot.
- 57 - Variação da velocidade: - Inserção de resistência. Modificação da tensão aplicada. Modificação do número de polos. Ligação cascata-paralela. - Inversão do sentido de rotação.
- 58 - Gerador assíncrono. Melhoramento do fator de potência pelo modificador de fase. Conversor de frequência. Conversor de fase. Motor polifásico de coletor.
- 59 - Aplicação do diagrama do círculo aos motores assíncronos.
- 60 - Construção dos motores assíncronos. Rotor de gaiola. Rotor bobinado. Enrolamento do estator.
- 61 - Projeto de um motor assíncrono trifásico. Cálculo do reostato de arranque.

VIII - Motores síncronos

- 62 - Princípio. Generalidades. Motor monofásico e motor polifásico. Arranque como assíncrono. Outros modos de arranque. Sincronização.
- 63 - Estudo gráfico. "Décrochage". Efeito da variação da excitação sobre a defasagem da corrente. Curvas em V. Comparação com o motor assíncrono.

IX - Motores assíncronos monofásicos

- 64 - Motores sem coletor. Princípio. Conjugado motor. Artificios de arranque. Inversão do sentido de rotação. Curvas características.
- 65 - Motores de coletor. Motor série. Propriedades. Comutação. Fator de potência. Rendimento. Motor série compensado.
- 66 - Motor de repulsão. Propriedades. Comutação. Fator de potência. Rendimento. Motores série-repulsão.

X - Conversores e retificadores

- 67 - Comutatriz. Generalidades. Arranque como motor contínuo, como assíncrono e com motor auxiliar. Relação das tensões. Frequências e tensões.
- 68 - Corrente na armadura. Aquecimento do induzido. Reação do induzido. Associação em paralelo. Movimentos pendulares. Rendimento. Vantagens da corrente hexafásica.

- 69 - Meios diversos de variar a tensão contínua: Transformador variável ou regulador de indução. Bobinas de reatância. Supervoltador síncrono. Supervoltador de corrente contínua. Polos segmentados.
- 70 - Moto-geradores. Diversos sistemas. Rendimento. Comparação com a comutatriz. Conversor em cascata.
- 71 - Retificadores de mercúrio. Tipo multianódico. Tipo ignitron. Outros retificadores.

ELETROTÉCNICA (Segunda Parte)

(MEDIDAS ELÉTRICAS, MAGNÉTICAS E SUAS APLICAÇÕES)

I - Preliminares

- 1 - Generalidades sobre medidas. Classificação dos erros.
- 2 - Erro relativo limite e seu cálculo. Unidades de medida.
- 3 - Medidas geométricas.
- 4 - Medidas mecânicas.
- 5 - Medidas fotométricas.

II - Medidas elétricas

- 6 - Padrões e material de laboratório.
- 7 - Medida da corrente. Galvanômetro de imã fixo.
- 8 - Teoria do galvanômetro balístico.
- 9 - Galvanômetros de imã móvel e de vibração. Electrodinamômetros e balanças.
- 10 - Medida da diferença de potencial: - Métodos electromagnéticos.
- 11 - Medida da diferença de potencial: - Métodos electrostáticos.
- 12 - Amperômetros e voltômetros. Aferição destes aparelhos.
- 13 - Medida da resistência: - Métodos indiretos.
- 14 - Medida da resistência: - Métodos diretos.
- 15 - Medida da resistência: - Métodos de zero.
- 16 - Medida da capacidade.
- 17 - Medida da potência elétrica. Wattômetros. Outros dispositi-

VOS.

- 18 - Medida da potência em circuitos polifásicos. Potência reativa.
- 19 - Medida da energia elétrica. Medidores de ampères-horas. Contadores de corrente contínua.
- 20 - Contadores de corrente alternativa. Aferição de contadores. Indicadores de demanda.
- 21 - Medida da diferença de fase. Fasômetros.
- 22 - Medida da frequência. Freqüenciômetros.
- 23 - Medida do coeficiente de self-indução.
- 24 - Medida do coeficiente de indução mútua.

III - Medidas magnéticas.

- 25 - Medida da intensidade de um campo magnético. Fluxômetro.
- 26 - Medida da permeabilidade. Permeômetros.
- 27 - Medida da perda histerética. Histeresômetros.

IV - Aplicações

- 28 - Resistência de galvanômetros.
- 29 - Resistência de electrólitos.
- 30 - Resistência de "terras".
- 31 - Resistividade e rigidez dielétrica.
- 32 - Ensaio gerais das canalizações elétricas.
- 33 - Ensaio das linhas telegráficas.
- 34 - Ensaio das rêsdes de distribuição. Localização de defeitos.
- 35 - Ensaio especiais das rêsdes de tração.
- 36 - Ensaio de pilhas e acumuladores.
- 37 - Transformadores de medida. Determinação da relação de transformação e da desfasagem.
- 38 - Generalidades sôbre ensaio de máquinas elétricas. Temperatura de regîmen.
- 39 - Ensaio de geradores e motores de corrente contínua. Ensaio anteriores e posteriores à construção. Características.

- 40 - Determinação do rendimento das máquinas de corrente contínua. Separação das perdas.
- 41 - Ensaio de alternadores e motores síncronos. Características. Predeterminação da queda da tensão.
- 42 - Determinação de rendimento e perdas em alternadores.
- 43 - Ensaio de motores assíncronos.
- 44 - Ensaio de transformadores.
- 45 - Ensaio de máquinas de conversão: - Comutatrizes. Grupos motor-geradores. Retificadores.
- 46 - Traçado de curvas periódicas. Método de Joubert. Oscilógrafos. Análise das harmônicas.

PARTE PRÁTICA

Primeira Parte

EXERCÍCIOS

- 1 - Recapitulação das noções essenciais sobre eletricidade geral.
- 2 - Exercícios de eletricidade geral.
- 3 - Correntes alternativas. Fundamentos. Método gráfico. Método simbólico. Exercícios.
- 4 - Exercício sobre perdas no ferro.
- 5 - Exercícios sobre enrolamentos de máquinas de corrente contínua.
- 6 - Exercícios sobre funcionamento de geradores e motores de corrente contínua.
- 7 - Exercícios sobre enrolamentos de alternadores.
- 8 - Exercícios sobre funcionamento de alternadores.
- 9 - Exercícios sobre alternadores em paralelo.
- 10 - Exercícios sobre transformadores. Funcionamento.
- 11 - Exercícios sobre transformadores em paralelo.
- 12 - Exercícios sobre motores assíncronos.
- 13 - Exercícios sobre motores síncronos.
- 14 - Ante-projeto de um gerador de corrente contínua.

Segunda Parte

EXERCÍCIOS

- 1 - Exercícios sôbre erros.
- 2 - Exercícios sôbre unidades.
- 3 - Exercícios sôbre galvanômetros.
- 4 - Ante-projeto de um transformador.
- 5 - Exercícios complementares sôbre alternadores e transformadores.
- 6 - Ante-projeto de um motor de indução.
- 7 - Exercícios sôbre medida de potência.
- 8 - Exercícios sôbre medida de energia.
- 9 - Exercícios complementares sôbre motor de indução e motor síncrono.

LABORATÓRIO

Medidas Elétricas

- 1 - Resistência dos galvanômetros. Estudo dos erros e melhores condições de ensaio, na medida da resistência dos galvanômetros:-
 - a) Método do desvio reduzido.
 - b) Método do igual desvio.
 - c) Método de Kelvin.
 - d) Pela ponte de Wheatstone.
- 2 - Determinação da constante permanente k de um galvanômetro. Curva da sensibilidade. Estudo dos erros e melhores condições de ensaio.
- 3 - Determinação do decremento logarítmico, do período e da resistência crítica de um galvanômetro. Estudo dos erros e melhores condições de ensaio.
- 4 - Determinação da constante balística K . Estudo dos erros e melhores condições de ensaio:-
 - a) Por meio de descarga de um condensador.
 - b) Por meio de um solenóide e bobina exploradora.
- 5 - Estudo do potenciômetro, especialmente o potenciômetro tipo K Leeds e Northrup.
 - a) Aferição de um voltômetro contra o potenciômetro.
 - b) Aferição de um amperômetro contra o potenciômetro.

- 6 - Método da perda de carga na medida de grandes resistências; medida da resistência de isolamento de um condensador. Estudo dos erros e melhores condições de ensaio.
- 7 - Medida da resistência aparente de isolamento de um cabo.
 - a) Método do desvio. Traçar a curva $X = f(E)$ e determinar a resistência pelo traçado da sub-tangente.
 - b) Por meio de um milivoltômetro de alta resistência.
- 8 - Medida de isolamento pelo "Megger".
- 9 - Ensaio de tensão de ruptura de um isolante.
- 10 - Medida de pequenas resistências. Determinação da condutibilidade do cobre pela dupla ponte de Kelvin. Estudo dos erros e melhores condições de ensaio.
- 11 - Medida de capacidades. Estudo dos erros e melhores condições de ensaio:-
 - a) Pelo Método de comparação.
 - b) Pelo Método de Faraday.
 - c) Pelo Método de Kelvin.
 - d) Pelo Método de de Sauty.
 - e) Pelo Método de Gott.
- 12 - Medida da potência em um circuito de corrente alternada trifásico, três fios, por meio de dois wattômetros e em todas as condições de fator de potência.
- 13 - Medida do fator de potência de um circuito trifásico equilibrado.
- 14 - Medida da potência reativa de um circuito de corrente alternada trifásico, três fios, por meio de dois wattômetros.
- 15 - Medida da energia em um circuito de corrente contínua de dois fios. Ajuste e aferição de um contador de corrente contínua de colstor.
- 16 - Medida da energia em um circuito de corrente alternada monofásica de dois fios. Ajuste e aferição de um contador de indução monofásico.
- 17 - Medida da energia em um circuito de corrente alternada trifásica, três fios, carga equilibrada ou não. Ajuste e aferição de um contador trifásico de indução de dois elementos.
- 18 - Determinação do coeficiente de self-indução de uma bobina:-
 - a) Pelo Método de Joubert: - Bobina sem ferro e bobina com ferro.
 - b) Pelo Método de Anderson.
 - c) Pelo Método de Maxwell.
- 19 - Determinação do coeficiente de indução mútua:-
 - a) Pelo Método de Maxwell.
 - b) Pelo Método de Vaschy e de la Touanne.

- 20 - Determinação da permeabilidade magnética e curva da imantação, por meio de um galvanômetro balístico.
- 21 - Medida de um fluxo magnético - Usando um galvanômetro balístico, tarado com uma bobina exploradora.
- 22 - Medida da resistência interna de uma pilha:-
 - a) Pela ponte de Kohlrausch.
 - b) Pelo Método de Munro.

Aprovado pelo C.T.A.

e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 22

ELETROTÉCNICA (TERCEIRA PARTE); PRODUÇÃO, TRANSFORMAÇÃO, DISTRIBUIÇÃO E UTILIZAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA; TRAÇÃO E ILUMINAÇÃO

Professor Catedrático:

DR. ANTONIO CARLOS CARDOSO

A - PRODUÇÃO, TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO
DE ENERGIA ELÉTRICA

I - Sistemas e rêsdes de distribuição

- 1 - Estudo geral da distribuição. - Classificação dos sistemas. Tensões e frequências usuais. Requisitos de serviço. Repartição da carga. - Fatores característicos.
- 2 - Distribuição por corrente contínua. - a) Sistemas diretos: - Série. - Derivação. - Condutores múltiplos. - Compensadores. - Artérias. - Rêsdes de distribuição.
- 3 - Sistemas indiretos: - Emprêgo de acumuladores e de moto-geradores.
- 4 - Distribuição por corrente alternativa: - a) Sistemas diretos; b) Sistemas indiretos: - Emprêgo de transformadores. - Rêsdes primárias e secundárias. - Sistemas polimorfos ou mistos.
- 5 - Estudo comparativo dos sistemas de distribuição: - Pêso dos condutores. - Característicos técnicos.
- 6 - Regulação da tensão de distribuição: - a) Sistemas de corrente contínua: Tensões múltiplas. - Reforçadores (Boosters).
- 7 - b) Sistemas de corrente alternativa: Reguladores de indução. - Variação da relação de transformação. - Funcionamento automático.

II - Linhas de transmissão

- 8 - Condutores. - Determinação da seção pelas condições: a) de segurança (aquecimento); b) de economia; c) de rendimento; e d) de regulação.
- 9 - Estudo do funcionamento das linhas considerando apenas a impedância. Determinação analítica e gráfica da regulação.
- 10 - Funcionamento sob regulação constante. - Potência reativa compensadora. - Interligação.
- 11 - Estudo do funcionamento das linhas considerando a impedância e a admitância. - Constantes das linhas. - Condições de propagação da energia. - Estudo pelas funções hiperbólicas.
- 12 - Diagrama geral de funcionamento sob regulação constante. - Circuitos equivalentes. - Limitação de potência. - Estabilidade.
- 13 - Resistência dos condutores. - Efeito pelicular (Kelvin). - Valores equivalentes.
- 14 - Indutância dos circuitos aéreos: - Estudo geral de um sistema de n condutores. Linha única equilibrada. - Efeitos da assimetria e das transposições dos condutores.
- 15 - Linhas múltiplas com disposição simétrica e assimétrica. Efeito das transposições.
- 16 - Indutância dos circuitos subterrâneos: - Cabos de condutores múltiplos.
- 17 - Capacidade dos circuitos aéreos. - Estudo geral de um sistema de n condutores. - Linhas simples e múltiplas. - Efeitos das transposições.
- 18 - Capacidade dos circuitos subterrâneos. - Cabos de condutores múltiplos. - Interrelação das capacidades nos cabos simétricos. - Determinação da capacidade dos cabos.
- 19 - Eflúvios. Efeito corôa. - Tensões críticas e disruptivas. - Perda de energia. - Efeito da altitude.
- 20 - Estudo mecânico dos condutores. - Equação de equilíbrio. - Tensão. - Flecha. - Comprimento. - Influência da temperatura e de sobrecargas. - Suportes ao mesmo nível e em níveis diferentes.
- 21 - Característicos dos condutores simples e compostos. - Ábacos para o cálculo mecânico dos condutores. - Localização dos suportes. Oscilações e vibrações dos condutores.

III - Construção das canalizações

a) Linhas aéreas.

- 22 - Condutores. - Materiais. - Classificação. - Tipos. Característicos. Emendas.
- 23 - Suportes: Classificação. - Suportes de isoladores. - Suportes de linhas. - Postes. - Torres para grandes vãos. - Suportes terminais. - Fundações. - Montagem.
- 24 - Isoladores. - Materiais. - Classificação. - Tipos. - Fixação dos condutores. - Acessórios. - Distribuição de potencial nos sistemas de isoladores. - Ensaios de isoladores.
- 25 - Disposição dos condutores. - Nas linhas de distribuição. - Nas linhas de transmissão. - Espaçamento entre condutores e entre êstes e a terra. - Disposições de segurança nos cruzamentos de estradas. - Interferência indutiva das linhas de transmissão.

b) Linhas subterrâneas.

- 26 - Cabos. - Materiais. - Condutores. - Isolantes. - Classificação e tipos de cabos. - Acessórios. - Característicos de funcionamento.
- 27 - Instalação dos cabos. - Na terra. - Em ductos. - Em galerias. - Emendas. - Terminais.

IV - Aparelhos de manobra e proteção das instalações

- 28 - Correntes de curto-circuito. - Estudo pelo método das componentes simétricas. - Determinação experimental. - Dispositivos de atenuação.
- 29 - Interruptores. - Tipos diversos. - Montagem. - Manobra.
- 30 - Limitadores de corrente. - Fusíveis. - Disjuntores. - Tipos. - Blindagem. - Manobra. - Funcionamento automático. Capacidade de ruptura.
- 31 - "Relays". - Classificação. - Tipos. - Características de funcionamento. - Ligação direta e indireta nos circuitos.
- 32 - Aplicação dos "relays" à proteção dos circuitos de transmissão. - Circuitos radiais. - Paralelos. - De interligação. - Em anel. Proteção seletiva.

- 33 - Aplicação dos "relays" à proteção das máquinas e instalações. - Proteção contra inversão, abertura e desequilíbrio de fases. - Defeitos internos; - excesso de corrente; - de tensão; de frequência; - de temperatura; - de velocidade.
- 34 - Sobretensões. - Estudo geral das sobretensões e sua propagação. Resultados experimentais. - Limitadores de tensão para corrente contínua e alternativa de baixa e alta tensão.

V - Estações centrais e sub-estações

- 35 - Estações geradoras. - Hidro e termo-elétricas. - Disposição geral das instalações. - Motores primários. - Geradores. - Excitadores. - Reguladores. - Barras coletoras. - Transformadores. - Disjuntores.
- 36 - Aparelhos de manobra. - De proteção. - De medida. - Auxiliares. - Quadros de manobra. - Funcionamento automático. - Interligação. Posto de comando geral do sistema. - Repartição da carga.
- 37 - Sub-estações. - Transformadoras. - Conversoras. - Distribuidoras. - Disposição geral do aparelhamento. - Ligações. - Funcionamento.
- 38 - Exploração dos sistemas. - Repartição da carga. - Interligação. - Despesas de instalação. - De manutenção. - De operação. - Custo de produção e tarifação da energia elétrica.

B - TRAÇÃO ELÉTRICA

- 1 - Característicos dos sistemas de transporte. - Serviços de transportes urbanos, suburbanos e de longos percursos. - Tráfego de passageiros e cargas.
- 2 - Característicos dos sistemas de tração. - Comparação da tração elétrica com outros sistemas.
- 3 - Sistemas de tração elétrica. - Estudo geral da adução e utilização de energia elétrica nos sistemas de corrente contínua, monofásica e trifásica. - Sistemas mistos.
- 4 - Resistência de tração. - Resistências passivas em linha reta. Estudo analítico. - Determinação e resultados experimentais.
- 5 - Resistências de tração devidas à curvatura da linha; - às rampas. - Resistências virtuais. - Perfil compensado.
- 6 - Resistências de tração devidas às acelerações de translação e rotação. - Pêso de inércia. - Valores característicos

- das acelerações. - Resistência global.
- 7 - Diagramas de tração. Ciclo de tração. - Períodos componentes. - Determinação analítica e gráfica em função do tempo das características de marcha dos trens.
 - 8 - Determinação em função da distância, do diagrama completo de tração para longos percursos. - Métodos analítico e gráfico.
 - 9 - Determinação da potência dos motores de tração. - Características eletro-mecânicas. - Variação da relação de transmissão. Tensão de alimentação. - Condições de tráfego e sua influência sobre a potência dos motores e o consumo de energia. - Condições de utilização do material de tração.
 - 10 - Motores de tração. Corrente contínua. Tipos. Especificações. Características. - Funcionamento. - Arranque. - Regulação da velocidade. - Reversão. - Reversibilidade. - Dispositivos acessórios.
 - 11 - Motores de tração, de corrente trifásica. - Estudo geral, análogo ao anterior.
 - 12 - Motores de tração, de corrente monofásica. - Estudo geral, análogo ao anterior.
 - 13 - Automotrizes e locomotivas elétricas. - Classificação. - Tipos. - Especificações. - Estudo geral da parte mecânica. Sistemas de suspensão dos motores e de transmissão de movimento.
 - 14 - Estudo geral da parte elétrica. - Utilização direta da energia ou mediante transformação e conversão. - Equipamento propulsor. - Aparelhamento de comando; - de manobra; - de proteção e auxiliar. - Automotrizes e locomotivas termo-elétricas.
 - 15 - Freios. - Teoria dos freios. - Dados experimentais. - Freios mecânicos. - Freios elétricos. - Freios eletro-magnéticos. - Recuperação.
 - 16 - Circuitos de distribuição - Parte elétrica: - Circuitos de alimentação e distribuição. - Circuitos de retorno. Localização dos pontos de alimentação. - Seccionamento e proteção. Cálculo dos elementos dos circuitos de distribuição. - Circuitos de sinalização.
 - 17 - Circuitos de distribuição - Parte mecânica: - Construção aérea; - suspensão direta. - Suspensão catenária: Simples, vertical e inclinada; - composta. - Cálculo mecânico. - Terceiro trilho. - Construção subterrânea. - Equipamento acessório.
 - 18 - Sub-estações de tração. - Características peculiares aos vários sistemas. Aparelhamento de transformação e conversão de energia. - Aparelhamento de manobra; de proteção e

auxiliar. - Funcionamento automático. - Regularização e limitação da potência. - Localização das sub-estações.

- 19 - Efeitos da tração elétrica sôbre as canalizações subterrâneas.
- 20 - Efeitos da tração elétrica sôbre as linhas de telecomunicação.
- 21 - Elementos de um projeto de tração elétrica.

C - ILUMINAÇÃO ELÉTRICA

- 1 - Fotometria. - Definições. - Unidades. - Padrões. - Distribuição do fluxo luminoso. - Intensidade esférica e sua determinação.
- 2 - Lâmpadas incandescentes. - Tipos. - Alimentação em série e derivação. - Características de funcionamento.
- 3 - Lâmpadas de arco e de gases rarefeitos. - Tipos. - Alimentação e regimen de funcionamento.
- 4 - Aparelhos auxiliares. - Refletores. - Refratores. - Difusores.
- 5 - Distribuição do fluxo luminoso. - Métodos de cálculo do aclaramento. - Coeficiente de utilização.
- 6 - Ótica fisiológica. - Fatores que influem sôbre a visão. Resultados experimentais. - Condições de boa iluminação.
- 7 - Iluminação interior. - Sistemas direto, indireto e mistos. - Iluminação utilitária e decorativa. - Equipamento para interiores residenciais, comerciais, industriais e de caráter especial.
- 8 - Iluminação exterior. - Iluminação pública de ruas e de praças. - Instalações especiais. - Iluminação por projeção.
- 9 - Elementos de um projeto de iluminação.

Aprovado pelo C.T.A.
e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 23

ELETROTÉCNICA (QUARTA PARTE): TELECOMUNICAÇÃO ELÉTRICA

Professor Catedrático:

DR. HOMERO BARBOSA

DE ASSIS MARTINS

I - IMPEDÂNCIAS EM GERAL

A) - CONCEITOS GERAIS

a) - Impedâncias diversas

- 1 - Síntese dos fenômenos oscilatórios isônomos. Papel das impedâncias nas comunicações elétricas.

b) - Impedâncias elétricas

- 2 - Rêdes ou tramas de impedâncias. Malhas. Elementos componentes das malhas. Classificação geral. Exemplificações.

B) - CONCEITOS ANALÍTICOS

a) - Rêdes bipolares

- 3 - Propriedades dos bipolares. Teoremas de Thévenin e de Norton. Teorema da máxima potência.

b) - Rêdes quadripolares

- 4 - Propriedades dos quadripolares. Tripolares equivalentes. Teoremas fundamentais.

c) - Rêdes diferenciais

- 5 - Curvas características. Características intrínsecas, de transferência e de funcionamento. Regímenes instáveis e estáveis.
- 6 - Corrente, condutância e resistência diferenciais. Resistências negativas. Propriedades mais importantes.

II - IMPEDÂNCIAS BILATERAIS

A) - MALHAS ISOLADAS

a) - Correntes em regimen permanente

- 7 - Fôrça electromotriz constante aplicada a bipolar inativo. Ressonância e anti-ressonância. Ressonância múltipla. Exemplicações.
- 8 - Bipolares contendo auto-indução, capacidade e resistência em série. Frequência de ressonância. Seletividade. Aplicações.
- 9 - Bipolares com componentes em derivação. Caso do condensador perfeito. Critérios de anti-ressonância. Aplicações.
- 10 - Caso do condensador imperfeito. Seletividade dos circuitos anti-ressonantes. Comparação entre os circuitos ressonantes e anti-ressonantes.

b) - (Regímenes transitórios. Métodos
gerais de estudo)

B) - ASSOCIAÇÕES ENTRE MALHAS

a) - Rêdes heterólogas

- 11 - Acoplamentos. Impedância mútua. Diversos tipos de acoplamentos. Coeficiente de acoplamento.
- 12 - Acoplamentos magnéticos indiretos. Transformadores. Impedância de acoplamento.
- 13 - Transformadores ressonantes. Acoplamento crítico. Acoplamentos diversos.

b) - Rêdes homômeras

- 14 - Circuitos iterativos: Definições, Teoria geral, Impedância iterativa. Constante de propagação. Classificação: filtros, linhas e atenuadores.
- 15 - Filtros elétricos: Fronteiras. Classificação dos filtros. Estudo dos principais filtros-tipos.
- 16 - Filtros diversos. Filtros derivados. Projeto de um filtro.
- 17 - Linhas: Linhas artificiais e naturais. Fórmulas gerais das linhas de transmissão,
- 18 - Principais propriedades das linhas de transmissão. As linhas como elementos de rêsdes.
- 19 - Unidades de atenuação. Néper, decibel. Generalização aos sistemas electracústicos. Unidades de volume.
- 20 - Atenuadores: Atenuadores fixos e variáveis. Atenuadores transformadores. Corretores.

c) - TRANSFORMAÇÃO DE IMPEDÂNCIAS

a) - Métodos gerais

- 21 - Combinação de impedâncias. Aspecto geral do problema. Perdas de reflexão.

b) - Emprêgo do transformador

- 22 - Transformador ideal. O transformador como combinador de impedâncias. Áudio-transformadores.

III - IMPEDÂNCIAS UNILATERAIS

A) - VÁLVULAS ELECTRÔNICAS

a) - Emissão electrônica

- 23 - Emissão termiônica, emissão secundária e emissão fotoelétrica. Emissão termiônica.
- 24 - Catódios ou emissores de diversos tipos. Aquecimento indire

to: Comparação entre os diversos emissores.

b) - Válvulas de dois electródios

- 25 - Diódios. Carga especial. Características.
- 26 - Válvulas contendo gases inertes. Retificadoras.
- 27 - Aplicações. Duplicadores de tensão. Retificadores de diversos tipos.

c) - Válvulas de três electródios

- 28 - Triódios. Diódios equivalentes. Características intrínseca e de transferência. Constantes dos triódios.
- 29 - Circuitos diferenciais do triódio. Nomenclatura e convenções gráficas.
- 30 - Fator de amplificação de tensão. Admitância de grade e seus efeitos.
- 31 - Características de funcionamento dos triódios. Cargas aplicadas diretamente e por intermédio de transformadores. Cargas reativas.
- 32 - Modalidades de funcionamento dos triódios: amplificação, de geração, regeneração e oscilação. Exemplificações.

d) - Válvulas de quatro e
cinco electródios

- 33 - Tetródios. Particularidades de funcionamento. Curvas características. Dinatrônio.
- 34 - Pentódios de grade supressora e de feixe electrônico. Curvas características.

e) - Válvulas de muitos electródios,
múltiplas e especiais

- 35 - Válvulas de muitos electródios. Triódios equivalentes. Cátodos virtuais. Exemplificações.
- 36 - Válvulas múltiplas. Válvulas especiais. Válvulas de raios catódicos. Tiratrônio. Magnetatrônio. Megatrônio.

f) - Ação amplificadora das válvulas

- 37 - Amplificação. Rendimentos. Amplificação de tensão e de potência. Classificação da amplificação de potência.
- 38 - Polarização das grades. Circuitos diversos. Auto-polarização. Polarização automática.

g) - Associação das válvulas

- 39 - Montagens em série, paralelo, simétricas e semi-simétricas.

B) - OUTRAS IMPEDÂNCIAS UNILATERAIS

- 40 - Exemplificações. Retificadores de contacto. Retificadores de arco. Relés iônicos.

IV - IMPEDÂNCIAS NÃO LINEARES

A) - CORRENTES ATRAVÉS DAS IMPEDÂNCIAS

a) - F.e.m. sinusoidal única.

- 41 - Deformação: Retificação e multiplicação da frequência. Estudo do sumário das deformações ocasionadas pelas válvulas.

b) - Duas f.e.m. sinusoidais

- 42 - Interferência: Modulação, heterodinização e super-heterodinização.
- 43 - Estudo geral da modulação. Meios de obter a modulação de amplitude. (Modulação de frequência).

c) - F.e.m. sinusoidal modulada

- 44 - Demodulação. Características gerais dos detectores. A válvula electrónica como demoduladora.

B) - (MÉTODOS GERAIS DE ANÁLISE DAS
IMPEDÂNCIAS NÃO LINEARES)

V - ASSOCIAÇÕES HETEROGÊNEAS

A) - ACOPLAMENTO COM O AMBIENTE

- a) - Dispositivos electro-
-mecano-acústicos

45 - Transmissores e receptores telefônicos. Impedância cinética dos receptores.

- b) - (Dispositivos electrotérmicos. Combinação de impedâncias heterogêneas)

B) - ACOPLAMENTO COM O ESPAÇO

- a) - Mecanismo da transmissão

46 - Irradiação. Campo de indução e campo de irradiação.

- b) - Órgãos da transmissão

47 - Antenas de transmissão. Antenas de diversos tipos. Campo em tôrno das antenas.

48 - Alimentação das antenas. Supressão de harmônicas. Antenas e rêsdes direcionais. (Ondas guiadas. Ressonadores de cavidade).

VI - ASSOCIAÇÕES ENTRE RÊDES

A) - ÁUDIO-AMPLIFICAÇÃO

- a) - Amplificação de tensão

49 - Objetivos da áudio-amplificação. Amplificadores com acoplamento resistivo. Amplificadores para corrente contínua.

50 - Amplificadores com indutores e transformadores. Montagens simétricas. Inversores de fase.

b) - Amplificadores de potência

- 51 - Amplificadores da classe A, com triódios. Potência máxima e máxima sem deformação. Emprêgo dos pentódios.
- 52 - Amplificadores das classes B e AB. Potência e carga ótima. Métodos gerais de cálculo.

B) - RADIOCOMUNICAÇÃO

a) - Fenômenos de propagação

- 53 - Reflexão e refração das ondas. Camadas da atmosfera. Alcance das estações. Desvanecimentos. Zonas de silêncio. Ecos.

b) - Radiotelegrafia

- 54 - Esquema geral das comunicações radiotelegráficas. Emissores radiotelegráficos. Osciladores. Estabilização da frequência.
- 55 - Amplificadores de radiofrequência, classes A, B e C. Neutralização.

c) - Radiotelefonia

- 56 - Teoria geral da transmissão elétrica dos sons. Emissores radiotelefônicos.
- 57 - Moduladores de diversos tipos. Modulação em grade e em placa.
- 58 - Estágios modulados. Amplificação da corrente modulada.

d) - Aparelhos receptores

- 59 - Aparelhos regenerativos e super-regenerativos. Construção geral e funcionamento.
- 60 - Receptores heteródinos e super-heteródinos. Particularidades do funcionamento dos super-heteródinos.
- 61 - Antenas para recepção. Antenas antiparasitárias. Quadros.

C) - TELEGRAFIA

a) - Princípios e métodos

- 62 - Elementos duma comunicação telegráfica. Esquemas de princípio. Transmissões dúplex, díplex e quádruplex. Telegrafia harmônica.

b) - Aparelhos e sistemas

- 63 - Telégrafo de agulha. Telégrafo Morse. Aparelhos auxiliares.
64 - Telegrafia múltipla. Aparelho Baudot. Telegrafia rápida automática.
65 - Telegrafia submarina. Cabo submarino. Receptores.

D) - TELEFONIA

a) - Princípios e métodos

- 66 - Esquemas de princípio. Sistemas com bateria local e com bateria central. Dispositivos antilocais.

b) Aparelhos e sistemas

- 67 - Centros telefônicos. Esquemas gerais e funcionamento.
68 - Repetidores telefônicos. Cabos. Circuitos artificiais.
69 - Telefonia automática. Sistemas diversos. Pré-seletores e seletores.
70 - Telefonia com onda portadora. Telegrafia e telefonia simultâneas.

PARTE COMPLEMENTAR

EXERCÍCIOS E TRABALHOS PRÁTICOS

I - COMPONENTES DAS MALHAS

a) - Resistências

- 1 - Conceito geral de resistência. Efeito pelicular.

- 2 - Atenuação do efeito pelicular. Resistência das bobinas.
- 3 - Resistências de diversos tipos. Comparação, fabricação e provas das resistências.

b) - Auto-indução

- 4 - Conceito geral. Bobinas sem e com núcleo magnético.
- 5 - Constantes das bobinas. Bobinas de perdas reduzidas.
- 6 - Bobinas de diversos tipos. Comparação. Fabricação e provas das bobinas.

c) - Capacidade

- 7 - Conceito geral. Perdas nos condensadores. Comparação dos dielétricos. Capacidade mútua.
- 8 - Condensadores. Diversos tipos. Comparação. Construção e provas dos condensadores.

II) - CIRCUITOS RESSONANTES E ANTI-RESSONANTES

- 9 - Cálculo dos circuitos ressonantes e anti ressonantes. Estudo gráfico (vetorial) dos fenômenos de ressonância e anti-ressonância.
- 10 - Composições e problemas sobre os circuitos ressonantes e anti-ressonantes.

III) - ACOPLAMENTOS

- 11 - Composições e problemas sobre acoplamentos.

IV) - CIRCUITOS ITERATIVOS

- 12 - Projeto completo de um filtro elétrico.
- 13 - Projeto completo dum retificador e filtro para corrente de alimentação.
- 14 - Composições e problemas sobre as linhas de transmissão.
- 15 - Composições e problemas sobre combinação de impedâncias e perdas de reflexão.

- 16 - Composições e problemas sôbre as unidades de transmissão e electracústicas.

V) - CIRCUITOS OSCILATÓRIOS

- 17 - Descarga de um condensador. Centelhadores.

VI) - ASSOCIAÇÕES HETEROGÊNEAS

- 18 - Noções de piezeletricidade. Cristais de quartzo e de Sal de Seignette.
- 19 - Microfones diversos. Comparação. Particularidades construtivas e de funcionamento.
- 20 - Receptores telefônicos. Fones e alto-falantes.
- 21 - Dispositivos de proteção dos circuitos. Proteção electrostática e magnética.

VII) - VÁLVULAS ELECTRÔNICAS

- 22 - Composições e problemas sôbre as válvulas.
- 23 - Cálculo gráfico das potências e das deformações (amplificadores de potência).

NOTA: - Os assuntos entre parênteses serão versados no fim do ano letivo, quando esgotado o programa.

Aprovado pelo C.T.A.

e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 24

COMPLEMENTOS DE QUÍMICA INORGÂNICA

Professor Catedrático:

DR. FILINTO GUERRA

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 24

COMPLEMENTOS DE QUÍMICA INORGÂNICA

Professor Catedrático:

DR. FILINTO GUERRA

- 1 - Revisão da teoria atômico-molecular.
- 2 - Classificação dos elementos. Classificação periódica.
- 3 - Classificação dos compostos.
- 4 - Sistemática de Werner. Teoria das coordenações. Constituição geral dos complexos. Nomenclatura. Classificação dos complexos. Isomerias.
- 5 - Óxidos e hidróxidos. Peroxídratos.
- 6 - Hidrogênio. Alotropia. Orto e para-hidrogênio. Deutério.
- 7 - Oxigênio. Combustão. Ozônio.
- 8 - Água. Água pesada; variedades. Águas potáveis. Águas minerais.
- 9 - Água oxigenada.
- 10 - Estudo geral da família dos halogênios. Fluor. Ácido fluorídrico. Fluoretos.
- 11 - Cloro. Ácido clorídrico. Cloretos.
- 12 - Compostos oxigenados do cloro. Hipocloritos. Cloratos. Percloratos.
- 13 - Bromo. Ácido bromídrico. Brometos. Compostos oxigenados do bromo.
- 14 - Iodo. Ácido iodídrico. Iodetos. Compostos oxigenados de iodo. Ácidos iódico, periódico e seus respectivos sais.
- 15 - Enxôfre, ácido sulfúrico. Sulfetos. Classificação dos sulfetos e sua aplicação à análise química.
- 16 - Compostos oxigenados do enxôfre. Gás sulfuroso. Sulfitos. Tiosulfatos.
- 17 - Anidrido e ácido sulfúrico. Ácidos nitrosilssulfúrico e nitrossulfônico. Sulfatos. Alumens.
- 18 - Azoto e gases raros do ar. Compostos hidrogenados do azoto. Amoníaco.

- 19 - Compostos oxigenados do azoto. Ácidos hipozotoso e azotoso. Ácidos azótico e per-azótico. Azotatos. Azotitos.
- 20 - Fósforo. Alotropia. Compostos hidrogenados e halogenados do fósforo.
- 21 - Compostos oxigenados do fósforo. Ácido hipofosforoso, fosforoso, fosfóricos e seus respectivos sais.
- 22 - Arsênico. Hidrogênio arseniado. Compostos oxigenados do arsênico.
- 23 - Antimônio. Hidrogênio antimoniado. Compostos oxigenados do antimônio.
- 24 - Estudo geral dos elementos quadrivalentes. Carbono; variedades amorfas e cristalizadas.
- 25 - Compostos oxigenados do carbono. Óxido de carbono. Gás carbônico. Carbonatos. Percarbonatos. Tio-carbonatos.
- 26 - Cianogênio. Ácido cianídrico. Cianetos. Ferrocianetos, ferricianetos e nitroprussiatos. Cianatos, fulminatos e sulfocianatos. Sulfetos de carbono.
- 27 - Silício. Compostos hidrogenados e halogenados do silício. Compostos oxigenados. Sílica; variedades de sílica.
- 28 - Oxiácidos do silício. Silicatos. Classificação dos silicatos.
- 29 - Boro. Ácido bórico. Boratos. Per-boratos.
- 30 - Estudo geral dos metais alcalinos e dos seus principais compostos.
- 31 - Estudo geral dos metais alcalino-terrosos e dos seus principais compostos.
- 32 - Zinco, cádmio e magnésio. Seus principais compostos.
- 33 - Alumínio e seus compostos. Aluminotermia.
- 34 - Ferro e seus compostos. Noções gerais de metalurgia do ferro.
- 35 - Cobalto e níquel. Seus principais compostos.
- 36 - Estanho, chumbo e bismuto. Seus principais compostos.
- 37 - Cobre, mercúrio e prata. Seus principais compostos.
- 38 - Ouro e metais da família da platina.
- 39 - Elementos de interesse recente na indústria. Titânio, zircônio, cério, vanádio e berílio.
- 40 - Elementos rádio-ativos.

Aprovado pelo C.T.A.

e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 25

QUÍMICA ANALÍTICA

PRIMEIRA E SEGUNDA PARTES

Professor Catedrático:

DR. LEONIDAS DE TOLEDO PIZA

Primeira Parte

QUÍMICA ANALÍTICA QUALITATIVA

I - Introdução

Objeto e divisão da Química Analítica; sua importância e evolução.

II - Instituições Físico-Químicas

Fundamentais

- 2 - Teoria das soluções em meio líquido. Soluções aquosas. Soluções iônicas, eletrólise.
- 3 - Equilíbrio iônico em geral. Constantes de ionização. Força dos eletrólitos. Diluição. Efeito do íon comum. Produto da solubilidade. Ionização da água. Hidrólise.
- 4 - Acidez e basicidade das soluções. pH. Indicadores. Soluções "tampões". Avaliação do pH.
- 5 - Oxidação e redução em geral. Complexos.

III - Processos de Análise Qualitativa

- 6 - Estudo das operações fundamentais da análise qualitativa. Aparelhagem.

- 7 - Teoria da formação, evolução e separação dos precipitados. Fenômenos superficiais. Boas condições de operação. Reagentes. Pureza e sensibilidade dos reagentes.

IV - Propriedades gerais dos elementos e dos corpos

- 8 - Classificações periódica e eletroquímica dos elementos: variação das propriedades. Classificação dos elementos pelo pH de precipitação de suas bases e sais básicos. Conclusões gerais para a classificação analítica.
- 9 - Propriedades gerais dos sais classificados pelos aniões: solubilidade, fusibilidade, volatilidade, dissociação.

V - Preparação das amostras para análise

- 10 - Condições das amostras e escolhas dos processos. Tratamento mecânico. Análise pirométrica: tubos fechados e abertos, fusão no carvão com fundentes, pérolas, chamas.
- 11 - Tratamento com ácidos. Primeiro critério para determinação dos aniões. Reações complementares por vias seca e úmida.
- 12 - Tratamento dos materiais para a via úmida.

VI - Análise por via úmida

- 13 - Estudo das propriedades analíticas dos principais reagentes.
- 14 - Reações individuais de precipitação dos cátions.
- 15 - Reações individuais de oxidação-redução dos cátions.
- 16 - Reações de formação de complexos para os cátions. Reações por calorção. Reações especiais. Discussão geral.
- 17 - Marcha geral de separação e identificação dos cátions. Condições necessárias. Grupos analíticos. Detalhes dos grupos. Variantes.
- 18 - Preparação da solução para a pesquisa dos aniões por via úmida. Indicações fornecidas pela análise preliminar, ensaios de solubilidade, análise dos cátions e natureza da amostra.
- 19 - Classificação analítica de Bunzen. Marcha geral para uma primeira separação em grupos e sub-grupos.
- 20 - Marchas rápidas aplicáveis em alguns casos.
- 21 - Noções de análise espectral qualitativa. Generalida-

des. Sensibilidade do método.

- 22 - Noções de micro-análise qualitativa. Princípios gerais. Vantagens em certos casos.

PARTE PRÁTICA

I - Laboratório

- 1 - Ensaios pirométricos.
- 2 - Ensaios preliminares por via úmida.
- 3 - Indicadores. Coloridos. Determinação do pH por métodos colorimétricos.
- 4 - Determinação da sensibilidade das reações. Preparação de reagentes.
- 5 - Soluções, concentrações, evaporações, solventes.
- 6 - Precipitação. Filtração e lavagem dos precipitados.
- 7 - Transformações de substâncias da forma clorídrica para as formas nítrica, sulfúrica ou fosfórica e seu inverso.
- 8 - Estudo das principais reações características dos componentes do primeiro grupo analítico. Precipitação conjunta e suas separações. Formação de complexos.
- 9 - Estudo sobre a solubilidade dos sulfuretos. Aplicação do pH na precipitação dos sulfuretos.
- 10 - Estudo do segundo grupo analítico. Pesquisa e eliminação das substâncias prejudiciais à sua precipitação. Precipitação conjunta, separações e principais reações dos componentes do grupo. Formação dos sulfuretos coloidais e sua eliminação.
- 11 - Estudo do terceiro grupo analítico. Ensaios sobre a influência da matéria orgânica, fosfatos e outras substâncias na marcha da análise. Métodos de eliminação dessas substâncias. Precipitação conjunta, separação e principais reações características dos componentes do grupo.
- 12 - Estudo do quarto grupo analítico. Precipitação conjunta, separações características dos componentes do grupo.
- 13 - Estudo do quinto grupo analítico. Precipitação separação e principais reações características dos componentes do grupo.
- 14 - Pesquisas e separações em geral dos cátions.
- 15 - Estudo dos aniões. Separação em grupos, pesquisa dos seus

componentes e principais reações características.

- 16 - Substâncias insolúveis nos solventes comuns. Desagregações de minérios e de produtos artificiais. Fundentes. Emprego dos cadinhos para fusões e calcinações.
- 17 - Marcha geral de análise qualitativa.

II - Exercícios

- 1 - Resoluções de problemas teóricos e práticos sobre toda matéria.

Segunda Parte

QUÍMICA ANALÍTICA QUANTITATIVA

I - Introdução

- 1 - Generalidade. Métodos. Evolução.

II - Critério quantitativo e interpretação dos resultados

- 2 - Noções da teoria dos erros. Erros acidentais e sistemáticos. Fixação dos resultados. Aproximações usuais. Ética do analista.

III - Complementos Físico-Químicos

- 3 - Complementos da teoria do pH e suas determinações, colorimétricas e potenciométrica.

IV - Análises volumétrica química

- 4 - Objeto, método, evolução. Processos gerais. Normalidade e estabilidade das soluções. Material.
- 5 - Fundamentos teóricos das reações de neutralização. Equações e curvas de neutralização. Indicadores. Técnica geral. Principais aplicações.
- 6 - Teoria fundamental da volumetria por precipitação e formação de complexo. Indicadores. Cálculo e interpretação dos resultados. Principais aplicações.

- 7 - Considerações teóricas sobre as reações de oxidação-redução. Teoria electroquímica das reações de oxidação-redução. Indicadores.
- 8 - Oxidações com Permanganato. Oxidações com Bigromato de Potássio e Sulfato Cérico. Processos de oxidação e redução que compreendem a intervenção do iodo. (Iodometria).
- 9 - Fundamentos da análise potenciométrica. Prática das medidas de potencial. Métodos para a prática das titulações potenciométricas. Métodos volumétricos - Cátions e Ânions.
- 10 - Generalidades sobre a análise dos gases. Métodos por absorção e medida dos volumes dos gases. Principais aplicações.

V - Análise gravimétrica química

- 11 - Teoria da precipitação quantitativa. Separações quantitativas. Operações especiais. Cálculo da análise gravimétrica. Principais aplicações.
- 12 - Teoria das precipitações e separações electrolíticas. (Electroanálise). Análise de ligas. Principais aplicações.

VI - Métodos analíticos especiais

com medidas Físico-Químicas

- 13 - Análise pelas medidas de: densidade, efeitos térmicos e eléctricos. Principais aplicações.
- 14 - Colorimetria. Espectroscopia. Microscopia. Índice de refração. Polarimetria. Aplicações.

VII - Análise Micro-Química

- 15 - Noções gerais e aplicações.

PARTE PRÁTICA

I - Introdução

- 1 - Aplicação da balança.
- 2 - Aferição de pipetas, buretas e frascos graduados.

II - Volumetria

- 3 - Preparação de soluções de ácidos e bases. Titulações.
- 4 - Emprêgo dos indicadores de neutralização.
- 5 - Avaliação do pH colorimétrico e potenciométrico.
- 6 - Curvas de neutralização de ácidos e bases por indicações colorida e potenciométrica.
- 7 - Aplicações sobre neutralizações quantitativas.
- 8 - Preparação de soluções de agentes oxidantes e redutores. Titulação.
- 9 - Preparação de indicadores de óxido-redução.
- 10 - Principais aplicações com permanganato de potássio, bicro-mato de potássio, iôdo, tiosulfato de sódio e arsenito de sódio.
- 11 - Determinações volumétricas com reagentes especiais de óxi-do-redução.
- 12 - Preparação de soluções para análise volumétrica por preci-pitação. Argentometria, Cianometria, Ferrocianometria. Pre-paração dos indicadores.

III - Gravimetria

- 13 - Precipitações, filtrações e lavagens quantitativas. Redis-soluções e reprecipitações: pureza dos precipitados obtidos.
- 14 - Determinação da umidade e perda ao fogo de uma substância.
- 15 - Determinação do anidrido sulfúrico num sulfato solúvel.
- 16 - Determinação do óxido magnésio num composto de magnésio.
- 17 - Determinação do anidrido fosfórico num fosfato solúvel.
- 18 - Determinação do óxido de cálcio no carbonato de cálcio.
- 19 - Determinação do ferro num óxido de ferro.
- 20 - Insolubilização e determinação da sílica.
- 21 - Determinação do enxôfre num sulfureto.
- 22 - Separações gravimétricas. Análise da calcita, bauxita e ar-gila.
- 23 - Determinações electrolíticas e separações, do chumbô, cobre, zinco e níquel.
- 24 - Análise de um latão ou de um bronze.
- 25 - Análise das ligas dos metais nobres. Inquartação. Copela-

ção.

IV - Colorimetria

26 - Determinação colorimétrica do titânio, ferro, amônio e man
ganês.

V - Análise de gases.

27 - Análise do gás de iluminação.

EXERCÍCIOS

1 - Resoluções de problemas teóricos e práticos sobre toda a
matéria.

Aprovado pelo C.T.A.

e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 26

QUÍMICA ORGÂNICA

PRIMEIRA E SEGUNDA PARTES

Professor Catedrático:

DR. EDUARDO RIBEIRO COSTA

Primeira Parte

COMPOSTOS ACÍCLICOS

- 1 - Objeto e importância da Química Orgânica. Os compostos orgânicos e suas fontes. Ciclo do carbono. Análise imediata. Separação e purificação dos constituintes das misturas.
- 2 - Análise elementar qualitativa. Pesquisa dos elementos dos compostos orgânicos.
- 3 - Análise elementar quantitativa dos corpos puros orgânicos. Fórmulas brutas e moleculares. Polimeria.
- 4 - Associação dos átomos de carbono nas moléculas. Cadeias acíclicas e cíclicas. Compostos saturados e insaturados. Fórmulas estruturais.
- 5 - Classificação das substâncias orgânicas. Funções. Grupos funcionais. Homologia. Séries. Nomenclatura.
- 6 - Isomeria plana. Isomeria de posição. Metameria. Tautomeria. Estéreo-isomeria. Isomeria geométrica. Isomeria ótica.
- 7 - Hidrocarbonetos acíclicos saturados. Metano e seus homólogos.
- 8 - Hidrocarbonetos etilênicos. Etileno e seus homólogos. Hidrocarbonetos acetilênicos. Acetileno e seus homólogos. Hidrocarbonetos dietilênicos. Terpenos acíclicos.
- 9 - Derivados halogenados dos hidrocarbonetos acíclicos. Derivados mono-halogenados e poli-halogenados, formênicos, etilênicos e acetilênicos.
- 10 - Compostos alocoil-metálicos. Derivados dos metais alcalinos

- do zinco e do magnésio. Compostos organo-magnesianos mistos. Derivados do mercúrio, do alumínio e do chumbo.
- 11 - Álcoois acíclicos. Mono-álcoois saturados. Metanol. Etanol. Propanois, butanois e pentanois. Monois saturados superiores.
 - 12 - Mono-álcoois acíclicos insaturados. Álcool alílico. Álcool propargílico. Álcoois terpênicos acíclicos.
 - 13 - Éteres-óxidos. Éter etílico. Tiois. Sulfuretos de alcoila. sulfinas, sulfinonas e sulfonas.
 - 14 - Ésteres de ácidos inorgânicos e seus isômeros.
 - 15 - Glicois. Etanadiol. Derivados principais dos glicois.
 - 16 - Triois. Glicerina e seus principais derivados. Tetrois, pentois e hexois.
 - 17 - Aldeídos acíclicos saturados. Metanal. Etanal. Aldeídos acíclicos insaturados. Di-aldeídos. Aldeídos-álcoois.
 - 18 - Cetonas acíclicas saturadas. Propanona. Cetonas insaturadas. Dicetonas. Cetois. Cetenos.
 - 19 - Derivados dos aldeídos e das cetonas. Derivados halogenados. Acetais. Sulfonais. Aldoximas e cetoximas.
 - 20 - Mono-ácidos saturados. Ácido fórmico. Ácido acético. Ácidos butíricos e valeriânicos. Mono-ácidos saturados superiores.
 - 21 - Mono-ácidos insaturados. Ácidos etilênicos, di-etilênicos e acetilênicos.
 - 22 - Derivados halogenados dos ácidos. Cloretos de ácidos. Anidridos. Tio-ácidos. Tio-anidridos.
 - 23 - Ésteres de ácidos orgânicos. Cêras. Gorduras.
 - 24 - Diácidos saturados. Ácido oxálico. Ácido malônico. Ester etil-malônico. Ácidos succínicos. Diácidos insaturados. Ácidos maleico e fumárico.
 - 25 - Ácidos-álcoois monobásicos. Ácido glicólico. Ácidos lácticos. Ácidos hexônicos. Lactidas e olidas.
 - 26 - Ácidos-álcoois dibásicos. Ácidos tartrônico, málicos e tartáricos. Ácidos tribásicos. Ácido cítrico.
 - 27 - Ácidos aldeídicos. Ácidos cetônicos. Ester acetilacético.
 - 28 - Glicídeos. Oses. Tetroses. Pentoses. Hexoses.
 - 29 - Holosídeos. Dissacarídeos. Sacarose. Lactose. Maltose. Polissacarídeos. Dextrinas. Glicogênio. Amidos. Celulose e seus principais derivados.
 - 30 - Aminas acíclicas. Mono-aminas primárias, secundárias e ter

ciárias. Bases quaternárias.

- 31 - Diaminas alifáticas. Iminas. Amino-álcoois. Fosfatídeos. Amino-ácidos.
- 32 - Fosfinas, arsinas e estibinas. Compostos cacodílicos.
- 33 - Amidas. Mono-amidas. Lactamas. Tio-amidas. Diamidas. Imidas. Amidinas. Amidas-ácidos. Amidas-ácidos-aminas. Peptídeos.
- 34 - Nitrilas. Carbilaminas. Ácidos cianídrico, ciânico e sulfocianíco e seus derivados.
- 35 - Derivados clorados, amidados e sulfurados do ácido carbônico. Fosgênio. Ácido carbamídico. Uretanas. Uréia. Ureinas. Tio-fosgênio. Tio-carbamida. Xantogenatos. Guanidina. Creatina.
- 36 - Ureídeos. Mono-ureídeos. Ácidos oxalúrico e parabânico. Maloniluréas. Aloxana. Diureídeos. Alantoina. Derivados da purina. Xantina. Ácido úrico. Teobromina. Cafeína.

Segunda Parte

COMPOSTOS CÍCLICOS

- 1 - Hidrocarbonetos aromáticos. Constituição e caracteres do núcleo benzênico. Isomeria dos derivados benzênicos. Benzeno. Hidrocarbonetos benzênicos monocíclicos de cadeias laterais saturadas, etilênicas e acetilênicas.
- 2 - Hidrocarbonetos benzênicos policíclicos de núcleos conjugados. Hidrocarbonetos fenil-benzênicos, polifenil-formênicos, polifenil-etilênicos e polifenil-acetilênicos. Hidrocarbonetos benzênicos policíclicos de núcleos condensados.
- 3 - Derivados halogenados dos hidrocarbonetos benzênicos. Derivados halogenados nucleares. Derivados halogenados em cadeias laterais.
- 4 - Derivados nitrados e nitrosados dos hidrocarbonetos aromáticos.
- 5 - Ácidos aril-sulfônicos. Ácidos sulfínicos, sulfinonas e sulfonas aromáticas. Ácidos halogeno-sulfônicos e amino-sulfônicos.
- 6 - Fenóis. Monofenóis. Éteres-óxidos e ésteres fenólicos.
- 7 - Difenóis. Trifenóis. Polifenóis. Fenóis de cadeia lateral etilênica.
- 8 - Derivados halogenados, nitrados e nitrosados dos fenóis. Ácido pícrico. Ácidos fenol-sulfônicos. Tio-fenóis.
- 9 - Aminas aromáticas. Mono-aminas primárias. Alcoil-aril-ami-

nas. Aminas acidiladas. Aminas secundárias e terciárias principalmente aromáticas. Diaminas e poliaminas aromáticas. Derivados halogenados, nitrados e sulfonados das aminas. Amino-fenóis.

- 10 - Hidrazinas e hidroxilaminas aromáticas. Compostos azóxicos e azóicos. Compostos diazóicos. Sais de diazônio. Compostos diazoamínicos. Compostos amino-azóicos e hidroxil-azóicos.
- 11 - Álcoois aromáticos. Álcoois fenólicos. Aldeídos aromáticos. Benzaldeído e seus principais homólogos e derivados. Aldeídos-fenólicos.
- 12 - Cetonas aromáticas. Cetonas fenólicas. Quinonas. Paraquinonas e orto-quinonas. Antraquinona e seus principais derivados.
- 13 - Ácidos aromáticos. Ácido benzóico e seus principais homólogos e derivados. Ácidos fenil-acrílicos. Diácidos aromáticos. Ácidos ftálicos. Ftaleínas e rodaminas. Poliacídios benzênicos.
- 14 - Ácidos-fenóis. Ácido salicílico e seus principais derivados. Ácidos-fenóis etilênicos. Ácidos difenólicos e trifenólicos. Depsídeos. Taninos.
- 15 - Amino-álcoois, amino-aldeídos, amino-cetonas e amino-ácidos aromáticos.
- 16 - Hidrocarbonetos ciclânicos, ciclênicos e ciclo-diênicos.
- 17 - Terpenos monocíclicos. Terpenos dicíclicos. Sesquiterpenos. Politerpenos.
- 18 - Ciclanóis. Álcoois terpênicos. Ciclanonas. Cetonas terpênicas.
- 19 - Compostos heterocíclicos de núcleos pentagonais com um hetero-átomo: furana, tiofeno, pirrol, cumarona, tionafteno, indol e seus derivados principais.
- 20 - Compostos heterocíclicos de núcleos pentagonais com dois ou mais hetero-átomos: oxazois, tiazois, iminazois, pirazois e principais compostos correlatos.
- 21 - Compostos heterocíclicos de núcleos hexagonais com um hetero-átomo. Compostos de núcleo pirânico. Bases pirídicas e piperídicas e seus principais derivados. Quinoleína, isoquinoleína e seus principais homólogos e derivados. Acridina e seus derivados.
- 22 - Compostos heterocíclicos de núcleos hexagonais com dois ou mais hetero-átomos: oxazinas, tiazinas, diazinas e seus derivados.
- 23 - Matérias corantes sintéticas. Corantes nitrados e nitrosados. Corantes azóicos. Corantes derivados da trifenilmetana. Corantes derivados da quinoleína e da acridina. Coran-

tes antraquinônicos. Corantes azínicos. Corantes de núcleos indólicos e tiazólicos.

- 24 - Alcalóides. Bases alifáticas. Alcalóides derivados do pirrol e da piridina. Idem da quinoleína e da iso-quinoleína. Idem do iminazol. Idem da purina. Alcalóides de constituição desconhecida. Glicosídeos azotados e não azotados.
- 25 - Matérias albuminóides. Albuminóides simples. Heteroproteídeos. Polipeptídeos.

Aprovado pelo C.T.A.

e pela Congregação.

Caixa 3

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 27

FISICO-QUÍMICA E ELECTROQUÍMICA

Professor Catedrático:

DR. FRANCISCO JOÃO HUMBERTO MAFFEI

Físico-Química e Electroquímica

- 1 - Revisão dos princípios fundamentais da Química. Dados complementares. Constantes básicas.
- 2 - Equações de estado. Propriedades dos gases. Gases reais.
- 3 - Energia e suas manifestações. Primeiro princípio da termodinâmica. Processos reversíveis. Trabalho máximo. Capacidade calorífica.
- 4 - Termoquímica. Calor de reação a pressão constante e a volume constante. Variação do calor de reação com a temperatura.
- 5 - Segundo princípio da termodinâmica. Processos cíclicos. Entropia. Energia livre. Equação de Gibbs-Helmholtz.
- 6 - Pressão de vapor. Equação de Clapeyron.
- 7 - Propriedades coligativas dos líquidos e das soluções. Leis de Raoult.
- 8 - Equilíbrio químico nos sistemas homogêneos. Lei da ação das massas. Energia livre e constante de equilíbrio. Variação do equilíbrio com a temperatura.
- 9 - Fugacidade e atividade.
- 10 - Equilíbrio nos sistemas heterogêneos. Lei das fases.
- 11 - Velocidade de reação. Efeito da variação de temperatura.
- 12 - Energia de ativação. Catálise. Fotoquímica.
- 13 - Dissociação electrolítica. Condutibilidade elétrica das soluções.

- 14 - Equilíbrio nas soluções de electrólitos.
- 15 - Teoria da atração interiônica.
- 16 - Potencial dos eléctrodos. Energia livre e fôrça electromotriz.
- 17 - Estrutura atômica. Espectros. Periodicidade.
- 18 - Estrutura molecular e propriedades físicas.
- 19 - Tensão superficial e interfacial.
- 20 - Viscosidade dos líquidos e dos gases.
- 21 - Adsorção.
- 22 - Sistemas coloidais. Estabilidade.
- 23 - Propriedades gerais dos sistemas coloidais.
- 24 - Leis de Faraday. Equivalentes electroquímicos. Medidas electroquímicas.
- 25 - Potencial de decomposição. Polarização. Sobretensão.
- 26 - Corrosão dos metais. Passividade.
- 27 - Electrodeposição. Refinação electrolítica dos metais. Galvanoplastia e galvanostegia.
- 28 - Redução electrolítica.
- 29 - Eletrólise dos sais em soluções.
- 30 - Eletrólise dos sais fundidos.

Aprovado pelo C.T.A.

e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 28

QUÍMICA TECNOLÓGICA INORGÂNICA;

QUÍMICA TECNOLÓGICA ORGÂNICA

PRIMEIRA E SEGUNDA PARTES

Professor Catedrático:

DR. PAULO GUIMARÃES DA FONSECA

I - Introdução

- 1 - Agricultura, Indústria e Comércio.
- 2 - Classificação da Indústria.
- 3 - Evolução industrial brasileira: ciclos notáveis.
- 4 - Química Tecnológica: objeto, campo; divisão da matéria.
- 5 - Legislação do trabalho, segurança e higiene industriais. Patentes. Códigos de água e de minas. Posturas municipais.
- 6 - Terminologia industrial.

II - Reservas brasileiras de matérias primas; Geografia Econômica. Os grandes mercados

- 7 - Minerais: ar, água, sal, minerais metálicos, minerais não metálicos.
- 8 - Vegetais: madeira; lenha, frutos, láctecis, etc..
- 9 - Animais: fibras, peles, carne e conexos.

III - Produtos fundamentais

- 10 - Ar líquido; oxigênio, azoto, gases raros.
- 11 - Água (abastecimento urbano e industrial).

- 12 - Combustíveis: carvão, alcatrão e pirolenhoso, de madeira; coque, alcatrão, águas amoniacais e gases, de hulha; essências, óleos, asfaltos, de petróleo; id.id. de outras matérias primas; gases naturais e preparados; álcool motor.

IV - Materiais de construção

- 13 - Gesso, cal.
14 - Cimento.
15 - Cerâmicos.
16 - Vidro.
17 - Madeira.
18 - Ferragens.
19 - Pigmentos, lacas, tintas e vernizes; impermeabilizantes.

V - Estudo geral de interconexão industrial

Produtos da grande Indústria Química

- 20 - Ácido sulfúrico.
21 - Ácido clorídrico.
22 - Ácido nítrico.
23 - Ácido fosfórico. Superfosfatos. Ácido fluorídrico.
24 - Carbonato de sódio.
25 - Soda cáustica.
26 - Amoníaco; cianamida, uréia.
27 - Sais diversos.
28 - Ligas; produtos siderúrgicos.
29 - Hidrocarbonetos industriais: alcanas, etileno, acetileno, cíclicos benzênicos.
30 - Derivados halogenados.
31 - Cloridrina do etileno, glicóis, etalonaminas.
32 - Sabões. Ácidos graxos, glicerina.
33 - Ácidos fórmico, cítrico e tartárico.
34 - Pastas de madeira; celulose; papel; ácido oxálico.

- 35 - Ésteres celulósicos.
- 36 - Resinas sintéticas; matérias plásticas.
- 37 - Borracha; buna, neopreno e outros produtos artificiais.

VI - Produtos alimentícios e conexos

- 38 - Amidos, féculas; açúcar de milho, xarope de glicose.
- 39 - Açúcar de cana.
- 40 - Café, cacau, herba-mate; fumo.
- 41 - Óleos, gorduras e cêras.
- 42 - Bebidas alcoólicas.
- 43 - Essências de frutas; essências artificiais.

VII - Produtos do vestuário e conexos

- 44 - Fibras vegetais e animais.
- 45 - Fibras artificiais.
- 46 - Matérias corantes da hulha.
- 47 - Branqueamento, tintura, estampa e acabamento de fios e tecidos.
- 48 - Couros. Tanantes e auxiliares do curtume.

VIII - Medicamentos e conexos

- 49 - Medicamentos de origem natural.
- 50 - Medicamentos de síntese.
- 51 - Antiparasitários agrícolas.

IX - Explosivos, agressivos e conexos

- 52 - Pólvoras e explosivos. Propulsores e detonadores.
- 53 - Gases de guerra; adsorventes. Fumaças.
- 54 - Inflamáveis; extintores.
- 55 - Pirotécnicos de sinalização.

NOTA: - Este programa é previsto para dois anos de estudos. Até o ponto n° 28 é matéria do 4° Ano e do ponto n° 29 em diante é matéria do 5° Ano do Curso de Engenheiros Químicos.

Aprovado pelo C.T.A.
e pela Congrega,do.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 29

BIOQUÍMICA

Professor designado:

DR. RENATO FONSECA RIBEIRO

I - Noções sumárias de Bioquímica

- 1 - História, definição e objeto da Bioquímica. Diversos aspectos da Bioquímica; Bioquímica estática e dinâmica; a Bioquímica como prolongamento da morfologia e fisiologia; a Bioquímica e a Indústria.
- 2 - Noções sumárias de fisiologia animal e vegetal. Propriedades dos seres policelulares; nutrição e respiração dos animais e vegetais; composição da matéria viva: água, glicídeos, lípidos e protídeos; composição elementar dos seres vivos; elementos químicos essenciais e não essenciais.
- 3 - Pressão osmótica dos seres vivos. Condição biológica da existência de fenômenos osmóticos; influência do meio exterior; ordem de grandeza da pressão osmótica dos animais; variações endógenas da pressão osmótica; trabalho osmótico.
- 4 - Concentração hidrogeniônica nos seres vivos. Importância dos fenômenos de ionização nos processos biológicos; problema do balanceamento iônico; conceito sobre o pH de parada.
- 5 - Hemoglobina e derivados cromoprotéídicos da hemoglobina. Hemólise e plasmólise; importância das combinações da hemoglobina com o oxigênio e óxido de carbono na função respiratória.
- 6 - Ciclo do carbono; clorofila e síntese clorofiliana; várias teorias sobre a interferência da clorofila na síntese dos glicídeos.
- 7 - Ciclo do nitrogênio na Natureza. Decomposição da matéria orgânica; desnitrificação; fixação do nitrogênio.
- 8 - Estudo do solo e seu aproveitamento industrial. Caracteres físicos e químicos do solo; importância de elementos minerais e substâncias orgânicas; modificações do solo.
- 9 - Noções sumárias de imunologia e sua aplicação industrial.

Estudo das vacinas e soros; preparo industrial dos soros e vacinas.

- 10 - Hormônios. Noções sumárias sobre os produtos de secreção interna; métodos de extração; processos de síntese; importância industrial; dosagens biológicas.
- 11 - Vitaminas. Classificação; importância na alimentação; mecanismo de ação; unidades.

II - Fermentações

- 12 - Generalidades sobre fermentação; leveduras; morfologia e desenvolvimento das leveduras.
- 13 - Enzimas ou fermentos. Mecanismo da ação dos fermentos e leis da ação enzimática; ação sintética dos fermentos; co-fermentos e anti-fermentos; preparação e purificação dos fermentos; poder de fermentação; unidades.
- 14 - Fermentação alcoólica. Introdução histórica; importância industrial da produção do álcool; alta e baixa fermentações; mecanismo da reação.
- 15 - Fermentação acética. Vinagre; preparação industrial; material usado na fabricação; mecanismo da fermentação acética.
- 16 - Fermentação láctica. Fermentação de lactose e maltose; o lacto-bacillus casei e seu emprego na dosagem das vitaminas.
- 17 - Fermentação aceto-butílica. Generalidades; processos industriais; agentes de fermentação; bio-química da fermentação.
- 18 - Fermentação cítrica; generalidades; importância industrial do ácido cítrico obtido por fermentação.
- 19 - Silos e silagens. Importância da ensilagem; vários tipos de silos; conservação dos silos; utilização dos silos; formação da silagem; indústria de forragens.
- 20 - Indústria dos laticínios; produção de leite e seus derivados; usinas de leite, obtenção de produtos lácticos: leite condensado, leite em pó, leite maternizado e farinhas lácticas; obtenção da caseína; preparo de manteiga e de queijos.
- 21 - Indústria de carnes em conservas e embutidos; produtos não comestíveis. Aplicação do calor na indústria de carnes; estudo dos recipientes; técnica do preparo; outros tipos de conservação.

PARTE PRÁTICA

- 1 - Reações características dos glicídeos.

- 2 - Reações características dos lipídeos.
- 3 - Reações características dos protídeos.
- 4 - Preparação de colóides.
- 5 - Hemólise e plasmólise.
- 6 - Adsorção.
- 7 - Demonstração do efeito enzimático.
- 8 - Fermentação alcoólica.
- 9 - Fermentação acética.
- 10 - Fermentação láctica:
- 11 - Exame bromatológico de vinhos.
- 12 - Exame bromatológico de leite.
- 13 - Exame bromatológico de carnes.
- 14 - Determinação de vitamina A
- 15 - Determinação de vitamina B₁
- 16 - Determinação de vitamina C

NOTA: As aulas práticas serão dadas no Laboratório da Escola, ou em outros especializados, ou ainda, em fábricas.

Aprovado pelo C.T.A.
e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 30

METALURGIA GERAL E SIDERURGIA

PRIMEIRA E SEGUNDA PARTES

Professor designado:

DR. AMARO LANARI JUNIOR

Primeira Parte

METALURGIA GERAL

I - Introdução

- 1 - Definição, objeto e divisão da Metalurgia. Metalurgia Geral. Divisão do curso de Metalurgia Geral.

II - Processos e agentes metalúrgicos

- 2 - Processos pirometalúrgicos simplesmente caloríficos: aquecimento simples, têmpera, recosimento; calcinação, dessecação e desidratação; destilação; fusão, fusão escorificante, segunda fusão, fusão crua; liquação.
- 3 - Processos pirometalúrgicos oxidantes: ustulação, rotissagem; refino.
- 4 - Processos pirometalúrgicos redutores: redução, fusão redutora, refinação; aluminotermia.
- 5 - Processos hidrometalúrgicos: amalgamação, lixiviação, evaporação, cristalização, precipitação.
- 6 - Processos electrometalúrgicos: processos electrotérmicos e electroquímicos.
- 7 - Processos mecânicos: tratamento mecânico dos metais.
- 8 - Agentes metalúrgicos. Combustíveis. Combustão, temperatura

obtida nos fornos. Agentes oxidantes e redutores.

- 9 - Minérios. Fundentes. Escórias; estudo resumido dos silicatos. Materiais refratários.

III - Aparelhos metalúrgicos

- 10 - Fornos. Classificação dos fornos. Fornos de combustão sem foco independente: medas; fornos de cuba, fornos baixos, médios e altos; convertedores.
- 11 - Fornos com foco independente; fornos de reverbero; fornos de reaquecimento, fornos para recoser, cementar e temperar; estufas; fornos para fusão; fornos para destilação e sublimação.
- 12 - Fornos de vasos fechados; muflas, retortas e cadinhos
- 13 - Fornos elétricos.
- 14 - Construção e manutenção dos fornos. Refrigeração dos fornos. Rendimento calorífico e balanço térmico dos fornos.
- 15 - Aparelhos para fornecimento de ar e de água: compressores e máquinas soprantes; ventiladores e exaustores; quantidade de ar fornecida a um forno; instalação de tiragem forçada; bombas.
- 16 - Aparelhos para aquecimento do ar: recuperadores e regeneradores.
- 17 - Aparelhos mecânicos. Aparelhos para o tratamento mecânico dos metais. Laminadores; martelo-pilão; prensas; trefiladores.
- 18 - Aparelhos para o tratamento de líquidos e gases; agitadores e misturadores; filtros; dessecação do ar; aparelhos para a depuração dos gases.
- 19 - Noções sobre a disposição racional das usinas. Custo de fabricação.

Segunda Parte

SIDERURGIA

I - Introdução

- 1 - A indústria siderúrgica e sua importância. A siderurgia no Brasil. Classificação dos produtos siderúrgicos. Denominações práticas. Os processos adotados na indústria siderúrgica.

II - Ferro

- 2 - Minérios de ferro. Classificações dos minérios. Jazidas brasileiras. Fundentes.
- 3 - Fabricação do gusa. As reações do alto-forno. Perfil e cálculo das dimensões do alto-forno. Construção dos altos-fornos. Marcha dos altos-fornos. Carga, aparelhos de carregamento e tomada de gases. Determinação do volume de ar a fornecer; pressão do ar; força necessária às máquinas soprantes. Aparelhos de aquecimento do ar. Depuração e utilização dos gases. Cálculo do leito de fusão. Balanço térmico do alto-forno. Fabricação do gusa em forno elétrico. Disposição geral das usinas.
- 4 - Segunda fusão do gusa. Cubilôs. Cálculo dos cubilôs. Consumo de ar e de combustível. Marcha dos cubilôs. Preparação e secagem dos moldes. Corrida do metal; defeitos. Limpeza das peças fundidas. Disposição geral das fundições.
- 5 - Ferro forjado. Processos diretos, antigos e modernos, de fabricação do ferro. Processo de pudlagem.

III - Aço

- 6 - Fabricação do aço fundido. Refino pelo ar: processos Bessemer e Thomas. Marcha das operações. Dimensionamento dos convertedores. Insuflação do ar. Pequenos convertedores. Variantes do processo Thomas.
- 7 - O processo Martin. Fornos de sola ácida e de sola básica. "Ore-process" e "scrap-process". Descrição, dimensões e construção dos fornos Martin-Siemens. Câmaras de recuperação. Marcha das operações.
- 8 - Fabricação do aço em fornos elétricos. Tipos de fornos. Fabricação do aço em cadinho. Aços especiais. Disposição geral das fábricas de aço.
- 9 - Tratamento mecânico dos aços. Tratamento mecânico a quente. Laminadores. Classificação dos laminadores. Noções sobre a teoria da laminação e cálculo das canceluras. Disposição dos laminadores para os perfis comuns, para chapas e outros perfis especiais. Instalação dos laminadores; potência necessária. Disposição das usinas de laminação. Forjas, cálculo do martelo-pilão. Prensas. Operações com a prensa.
- 10 - Tratamento mecânico a frio. Trefilação; instalação das trefilarias. Laminação a frio. Operações a frio com as prensas.

Aprovado pelo C.T.A.

e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 31

JAZIDAS MINERAIS; LEGISLAÇÃO DE MINAS

PRIMEIRA E SEGUNDA PARTES

Professor designado:

DR. ALCEU FABIO BARBOSA

Primeira Parte

- 1 - Introdução. Geologia econômica. Minerais da crosta. Jazidas minerais. Minério e ganga. Teor dos minérios.
- 2 - Formação de minerais. Influências da pressão e temperatura. Minerais cristalinos e coloidais.
- 3 - Importância da atmosfera, hidrosfera e fluidos subterrâneos na formação dos depósitos minerais. Fluidos de origem meteórica e magmática. Circulação das águas subterrâneas, nível hidrostático e zonas. Movimento da água em areias e cascalhos, em rocha compacta de textura uniforme, em rochas sedimentares. Água livre e água confinada. Influência de fraturas e vulcanismo no movimento da água subterrânea. Composição das águas subterrâneas. Depósitos de fontes.
- 4 - Aberturas da crosta e suas relações com depósitos epigenéticos. Metasomatismo. Zonas metamórficas e suas relações com os depósitos minerais. Deformação dos depósitos por falhamento e dobramento.
- 5 - Forma e estrutura dos depósitos minerais: singenéticos e epigenéticos.
- 6 - Textura dos depósitos minerais. Critérios de substituição nos minerais opacos. Fases de mineralização. Deposição contemporânea e sucessiva.
- 7 - Massas mineralizadas. Origens e formas diversas.
- 8 - Estudo dos minérios em luz refletida. Técnica microscópica. Propriedades físicas e medidas. Ataque. Determinação. Méto dos micro-químicos como complemento dos métodos de ataque.

9 - Classificação das jazidas minerais.

- 10 - O magma e suas relações com as jazidas minerais. Cristalização e diferenciação dos magmas intrusivos e efusivos e tipos associados de mineralização. Relações de campo entre rochas eruptivas e depósito mineral. Tipo de rocha e tipo de minério. Fases de intrusão e de erosão de um batolito. Zonamento primário.
- 11 - Jazidas ortomagmáticas. Considerações gerais. Principais jazidas: Diamante, Platina, Cromita, Ilmenita, Apatita, Magnetita, Corindon Ferro e Níquel.
- 12 - Pegmatitos. Considerações gerais. Principais jazidas: Quartzo, Feldspatos, Mica, Columbita, Tantalita, Terras raras, Zircônio, Criolita, Berilo, Pedras coradas, Molibdenita.
- 13 - Jazidas perimagnéticas. Considerações gerais. Principais jazidas: Magnetita, Scheelita, Grafita.
- 14 - Jazidas apomagmáticas: a) Hipotermais: considerações gerais. Principais depósitos: Cassiterita, Molibdenita, Wolframita, Ouro, Cobre e Turmalina-Chumbo e Turmalina.
- 15 - b) Jazidas mesotermais. Considerações gerais. Principais jazidas: Ouro, Prata, Chumbo, Prata nativa, Cobre, Pirita e Cobre, Cádmio, Fluorita, Siderita, Cobalto.
- 16 - c) Jazidas epitermais. Considerações gerais. Principais jazidas: Mercúrio, Estibinita, Ouro, Cobre.
- 17 - Jazidas metamórficas. Considerações gerais. Principais jazidas: Pirita.
- 18 - Jazidas geradas por concentração devida a águas subterrâneas. Considerações gerais: Principais jazidas: Enxofre, Serpentina, Magnesita, Sepiolita, Asbestos, Alunita, Celestita, Estroncianita, Urânio e Vanádio, Cobre, Chumbo e Zinco.
- 19 - Jazidas formadas por intemperismo. Considerações gerais. Principais jazidas: Argilas e Caolin, Limonita e Hematita residuais, Manganês residual, Zinco e Chumbo, Níquel, Bauxita.
- 20 - Jazidas sedimentares: a) Jazidas formadas por evaporação em águas superficiais. Considerações gerais. Principais jazidas: Gipsita e Anidrita, Nitratos, Carbonatos e Sulfatos de sódio. Cloreto de sódio, Iodo, Boratos, Bromo, Sais de Potássio.
- 21 - b) Jazidas formadas por reações químicas e bioquímicas. Considerações gerais. Principais jazidas: Calcários, Dolomitos, Diatomitos, Ferro e Manganês, Fosfato, Carvão, Sapropelitos, Petróleo e Gases naturais.
- 22 - c) Jazidas formadas por concentração mecânica. Considerações gerais. Principais jazidas: Areias, Argilas, Caolin, Terra de Füller, Placer de Ouro, de Platina, de Cassiterita.

ta, etc..

- 23 - Alterações secundárias das jazidas minerais. Zonas de alteração. Alterações das jazidas de Cobre, Zinco, Chumbo, Ouro, Prata, Mercúrio, Níquel, Cobalto, etc..
- 24 - Épocas metalogénicas, especialmente no Brasil.

Segunda Parte

- 1 - Pesquisas das jazidas minerais. Generalidades. Métodos de pesquisas.
- 2 - Problemas relativos à determinação da estrutura, posição e possança dos viêiros.
- 3 - Pesquisas por escavações superficiais e subterrâneas.
- 4 - Sondagens: a) Sondas e sondagens manuais; b) Sondas e sondagens motorizadas: por percussão e rotação; c) Revestimento e controle das perfurações.
- 5 - Pesquisas por meio de sondagens: considerações gerais. Localização dos furos; mapas estruturais.
- 6 - Pesquisas de aluviões e eluviões. Considerações gerais; Amostragem e cubação.
- 7 - Pesquisas de água subterrânea, petróleo e gases naturais.
- 8 - Pesquisas de jazidas sedimentares, magmáticas e outras; influência da forma, estrutura e altitude das jazidas.
- 9 - Amostragem. Considerações gerais. Amostragem subterrânea: Jazidas de grande possança, pequena possança, lenticulares. Preparação das amostras. Amostragem de superfície: Lama e testemunho de sondagens, trincheiras, poços, montes, amostragem decimal. Rigor da amostragem.
- 10 - Cubação por meio de galerias e poços: depósitos de pequena possança, grande possança, lenticulares. Cubação por meio de sondagens.
- 11 - Avaliação das jazidas minerais. Considerações gerais. Métodos de avaliação. Fórmula de Hoskold.
- 12 - Legislação de minas. Formas de definir a propriedade mineral. Evolução do direito das minas: caso brasileiro.
- 13 - Código de Minas brasileiro: Generalidades, autorização para pesquisa e lavra, fiscalização, tributação mineral.
- 14 - Legislação brasileira relativa ao petróleo e outros combustíveis.

tíveis afins.

15 - Legislação brasileira relativa às águas minerais.

Aprovado pelo C.T.A.

e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 32

GEOFÍSICA APLICADA

Professor designado:
DR. JACINTHO DE ANDRADE FROIS

I - Generalidades

- 1 - Geofísica: Definição. Geofísica Aplicada. Prospecção geofísica. Objetivos da prospecção geofísica.

II - Métodos de exploração geofísica

- 2 - Campos principais de exploração geofísica. Métodos de prospecção geofísica.
- 3 - Características dos principais métodos da prospecção geofísica.
- 4 - História do desenvolvimento dos métodos magnéticos, elétricos, gravimétricos e sísmicos de prospecção geofísica.
- 5 - Fatores considerados na escolha de métodos de prospecção geofísica.
- 6 - Teoria matemática de potencial: Superfície equipotencial, significação da derivada de potencial.
- 7 - Geofísica aplicada à exploração do petróleo: condições de concentração petrolífera; principais tipos de estrutura e métodos indicados à prospecção geofísica do petróleo.
- 8 - Geofísica aplicada à mineração: objetivos e problemas; condições favoráveis e desfavoráveis; principais jazidas estudadas e métodos empregados à pesquisa de carvão mineral.
- 9 - Os métodos geofísicos aplicados na Engenharia Civil.

III - Métodos magnéticos

- 10 - Introdução. Considerações físicas. Propriedades dos ímãs.
- 11 - Propriedades magnéticas dos materiais. Fatores que afetam a magnetização das rochas.
- 12 - Campo magnético terrestre. Distribuição do magnetismo terrestre. Variação do campo magnético terrestre. Anomalias geomagnéticas.
- 13 - Classificação dos instrumentos de estudos geomagnéticos. Magnetômetros de prospecção.
- 14 - Magnetômetros verticais. Teoria dos magnetômetros verticais.
- 15 - Sensibilidade dos magnetômetros verticais. Determinação da constante dos magnetômetros verticais.
- 16 - Magnetômetros horizontais. Teoria dos magnetômetros horizontais. Determinação da constante dos magnetômetros horizontais.
- 17 - Operações magnetométricas. Cadernetas de campo.
- 18 - Correção dos dados fornecidos pelos magnetômetros. Variação de temperatura; variação diurna; base; variação de latitude e longitude; relêvo topográfico; campo auxiliar.
- 19 - Representação gráfica dos resultados. Análise teórica dos dados magnéticos. Anomalias produzidas por jazidas de seção transversal pequena em relação à profundidade.
- 20 - Anomalias teóricas produzidas por estratos magnetizados.
- 21 - Anomalias teóricas produzidas por massas esféricas uniformemente magnetizadas.
- 22 - Interpretação empírica.

IV - Métodos gravimétricos

- 23 - Introdução. Princípios fundamentais. Força e potencial da gravidade.
- 24 - Causas da variação da gravidade: altitude; efeito Bouguer; irregularidades topográficas; heterogeneidade da crosta terrestre. Fatores que afetam as densidades das formações geológicas.
- 25 - Superfícies equipotenciais da gravidade. Gradiente horizontal e curvatura diferencial da gravidade.
- 26 - Propriedades do campo gravitacional medidas em prospecção gravimétrica. Unidades de aceleração, gradiente e curvatura. Métodos e instrumentos de prospecção gravimétrica.
- 27 - Exploração gravimétrica com pêndulos: pêndulo simples e

- pêndulo composto. Instrumentos de pêndulos.
- 28 - Medida da gravidade absoluta e relativa. Maneira geral de proceder em prospecção com pêndulos. Redução das observações. Inconvenientes dos pêndulos comerciais.
 - 29 - Exploração gravimétrica com gravímetros: princípios dos gravímetros; tipos de gravímetros. Problemas de construção instrumental.
 - 30 - Correção dos resultados obtidos: variação de latitude; variação de altitude; efeito Bouguer.
 - 31 - Ação de irregularidades topográficas sobre a gravidade: princípios dos métodos de correção; métodos de Hammer e Jung.
 - 32 - Graduação dos gravímetros. Registro das observações. Maneira geral de proceder em prospecção com gravímetros. Representação dos resultados da gravidade relativa.
 - 33 - Exploração gravimétrica com balanças de torção; incógnitas procuradas; tipos de balanças de torção; equações básicas das balanças de torção.
 - 34 - Determinação das incógnitas: observações em cinco azimutes diferentes; observações em três azimutes diferentes.
 - 35 - Relação entre os parâmetros medidos pelas balanças de torção, gradiente horizontal e curvatura diferencial da gravidade. Instrumentos de campo.
 - 36 - Correção dos resultados obtidos: variação de latitude; ação de irregularidades topográficas. Princípio dos métodos de cálculo de ação de irregularidades topográficas; método de cálculo de Schweidar.
 - 37 - Representação gráfica de gradientes e curvaturas: representação vetorial; perfis; curvas isogâmicas. Interpretação dos resultados. Curvas teóricas de gravidade, gradiente e curvatura.

V - Métodos elétricos

- 38 - Métodos elétricos. Propriedades elétricas das rochas. Classificação dos métodos elétricos.
- 39 - Método da polarização espontânea. Princípio operatório. Equipamento. Processo de campo para locação de linhas equipotenciais.
- 40 - Medidas de potenciais da terra. Processo de campo para medir potencial. Causas de erro.
- 41 - Interpretação de estudo da polarização espontânea.
- 42 - Métodos equipotenciais. Princípio operatório. Equipamento e maneira de proceder no campo.
- 43 - Interpretação dos dados de equipotencial. Resultados de trabalhos.
- 44 - Métodos de resistividade. Princípios operatórios. Equações

fundamentais.

- 45 = Determinação de heterogeneidades superficiais.
- 46 - Investigação de heterogeneidades subsuperficiais assimétricas.
- 47 - Análise de dados de resistividade. Interpretação.
- 48 - Fatos que devem ser considerados na interpretação.
- 49 - Equipamento e maneira de proceder.
- 50 - Aplicações de métodos geoeletricos: prospecção de materiais de alta condutividade; prospecção de depósitos aluviais; prospecção em problemas de Engenharia Civil.

VI - Métodos electromagnéticos

- 51 - Métodos electromagnéticos: princípios operatórios: equações teóricas.
- 52 - Localização de correntes subterrâneas pela medida da intensidade do campo.
- 53 - Localização de correntes pouco profundas por bobinas de pesquisa direcional.
- 54 - Métodos indutivos. Princípios físicos. Características gerais de campos induzidos.
- 55 - Processo da bobina deitada: campo magnético produzido por uma bobina quadrada. Operações de campo.
- 56 - Método da absorção. Métodos para determinar a elipse de polarização de uma área. Método da bobina dupla.
- 57 - Processo da bobina vertical. Operações de campo. Interpretação dos elementos.

VII - Métodos sísmicos

- 58 - Métodos sísmicos: sismologia; prospecção sísmica; princípios físicos. Distribuição da energia das ondas.
- 59 - Leis da reflexão e da refração sísmicas. Equações básicas das trajetórias, das ondas sísmicas e dos tempos de propagação.
- 60 - Velocidade das ondas sísmicas. Equação das frentes de onda.
- 61 - Métodos de prospecção sísmica: método da reflexão e da refração. Método sísmico de reflexão: determinação do ângulo do mergulho de uma camada refletora.
- 62 - Determinação da profundidade e do deslocamento horizontal do ponto de reflexão de uma camada subsuperficial.
- 63 - Determinação da posição de camadas refletoras por meio de duas linhas de instrumentos simétricas em relação ao ponto de explosão.

- 64 - Camada de baixa velocidade: sua natureza e tempo gasto pelas ondas para atravessá-las.
- 65 - Redução dos tempos registrados ao plano de referência.
- 66 - Método sísmico de refração: equações fundamentais das trajetórias e dos tempos.
- 67 - Determinação da posição das camadas subsuperficiais. Limites de aplicação dos cálculos.
- 68 - Operação de campo em prospecção sísmica: topografia; sondagem; detonações; registros.
- 69 - Campo de aplicação dos métodos sísmicos. Sismômetros. Classificação dos sismômetros.
- 70 - Equipamento de registros: filtros; controle de aplicação; amplificadores.
- 71 - Geração de ondas sísmicas. Meios mecânicos. Explosivos. Equipamento de sondagem.

VIII - Métodos diversos

- 72 - Método geotérmico. Condutividade térmica das rochas. Processo para medir a temperatura do solo. Cálculo do gradiente da temperatura.
- 73 - Método radioativo. Propriedades das substâncias radioativas. Fenômenos de ionização. Medidas utilizadas em prospecção radioativa. Instrumentos. Radioatividade das rochas, das fontes, dos petróleos.

Aprovado pelo C.T.A.
e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 33

LAVRA DE MINAS; PREPARAÇÃO MECÂNICA DOS MINÉRIOS E COMBUSTÍVEIS
PRIMEIRA E SEGUNDA PARTES

Professor designado:

DR. DAVID CAMPOS RAMOS

LAVRA DE MINAS

I - Introdução

- 1 - Definição e importância. Ciências auxiliares. Divisão do curso.

II - Pesquisa das jazidas

- 2 - Noções gerais sobre as jazidas. Generalidades sobre os vieiros, as camadas, os amás e outros tipos de jazidas.

III - Desmonte das rochas

- 3 - Generalidades. Classificação de Haton e de Habets.
- 4 - Desmonte a mão. Ferramentas. Trabalho a mão nos terrenos desmoronantes, nas rochas tenras, nas rochas semiduras, duras e extraduras. Agulhas infernais.
- 5 - Desmonte pela água. Ações estática, dinâmica, física, química e orgânica da água. Referência ao desmonte pelo fogo.
- 6 - Desmonte pelos explosivos. Generalidades. Explosivos. Definição e propriedades. Deflagração, explosão e detonação. Temperatura de detonação. Deflagração ao ar livre. Detonação propriamente dita em vaso fechado. Principais ensaios e especificações para os explosivos. Classificação dos explosivos.

- 7 - Composição e propriedades dos principais explosivos.
- 8 - Explosivos constituídos no momento do seu emprêgo. Explosivos nitrados. Explosivos clorotados. Explosivos de oxigênio líquido.
- 9 - Explosivos de segurança para as minas com grisú.
- 10 - Armazenamento, conservação e destruição de explosivos.
- 11 - Furo de mina. Generalidades. Execução manual e mecânica de um furo de mina. Dados econômicos.
- 12 - Carregamento e embuchamento de um furo de mina. Inflamação do explosivo; estopins, detonadores, acendedores, tiro elétrico.
- 13 - Desmonte mecânico. Generalidades. Martelos picadores. Cortadeiras. Escavadeiras. Máquinas para perfuração de túneis. Dados econômicos.

IV - Vias de comunicação

- 14 - Generalidades. Galerias. Nomenclatura, perfuração e revestimento das galerias. Emprêgo da madeira, do ferro e do concreto.
- 15 - Túneis. Generalidades. Perfuração e revestimento dos túneis.
- 16 - Poços. Generalidades. Perfuração e revestimento dos poços.

V - Mineração a céu aberto

- 17 - Generalidades. Princípios gerais. Taludes. Tipos gerais de trabalho. Escoamento.
- 18 - Mineração dos leitos dos rios. Principais exemplos de mineração a céu aberto. Máquinas e dispositivos para ouro de aluvião.

VI - Mineração subterrânea

- 19 - Generalidades. Trabalhos de pesquisa, preparatórios e de mineração. Traçagem.
- 20 - Princípios fundamentais da mineração subterrânea.
- 21 - Métodos de mineração subterrânea. Generalidades. Métodos por abandono parcial da jazida. Métodos por esboroamento. Métodos por atêrro.
- 22 - Mineração das hulheiras. Generalidades. Principais métodos

de mineração.

- 23 - Mineração das jazidas sedimentares. Generalidades. Principais métodos de mineração.
- 24 - Mineração de vieiros. Generalidades. Principais métodos de mineração.
- 25 - Mineração por sondagem. Mineração do petróleo, sal, enxôfre, etc..
- 26 - Dados gerais sôbre as minerações subterrâneas.

VII - Transportes

- 27 - Generalidades. Fôrça motora nas minas. Transmissão da energia motora nas minas.
- 28 - Rodagem. Diversos meios de transportes subterrâneos. Transportes rudimentares. Transporte por navegação subterrânea. Tração animal.
- 29 - Transportes mecânicos. Calhas: fixas e oscilantes. Transportadores. Carregadores mecânicos.
- 30 - Transporte por caminho de ferro. Via férrea. Material do dante. Tração. Diversos sistemas de tração.
- 31 - Transporte por plano inclinado automotor. Mecanismo, funcionamento e manobras. Dispositivos de segurança. Plano bisautomotor.
- 32 - Transporte a céu aberto. Generalidades. Rodagem sôbre o solo. Caminho de ferro; via, veículo, motores, etc..
- 33 - Transporte aéreo. Generalidades. Diversos sistemas.

VIII - Extração

- 34 - Generalidades. Diversos sistemas de extração. Veículos. Cabos. Dispositivos de segurança na extração.
- 35 - Aparelhos de enrolamento. Regularização da extração. Manobras da extração. Sinalização. Amostragem nas minas. Diversos tipos.

IX - Esgotamento

- 36 - Generalidades. Regimen hidrológico subterrâneo. Origem e composição das águas de minas.
- 37 - Meios de defesa externa e interna. Máquinas de esgotamento. Bombas; principais tipos.

X - Ventilação

- 38 - Generalidades. Atmosfera das minas. Temperatura. Umidade. Composição. Grisú.
- 39 - Princípios gerais de ventilação. Meios de instalação da corrente.
- 40 - Ventilação natural. Meios de ativar a corrente. Ventilação mecânica. Ventiladores; classificação e principais tipos. Aspiradores; principais tipos.

XI - Iluminação

- 41 - Generalidades. Iluminação de minas sem grisú. Diversos sistemas.
- 42 - Iluminação de minas com grisú. Diversos sistemas. Grisumetria. Lâmpadas grisumétricas.

XIII - Circulação do pessoal

- 43 - Generalidades. Circulação sem máquinas. Planos inclinados. Escadas.
- 44 - Circulação com máquinas. Diversos sistemas. Comparação, vantagens e inconvenientes dos diversos sistemas.

XIII - Acidentes diversos

- 45 - Generalidades. Explosões, incêndios, inundações, desmoronamentos, desprendimentos súbitos de gases e outros acidentes. Principais causas. Medidas preventivas e de salvamento. Aparelhos respiratórios.

XIV - Higiene das minas

- 46 - Considerações gerais. Principais doenças dos mineiros; silicose, tuberculose, arsenicismo, "samba", etc.. Medidas profiláticas.

XV - Organização e administração das minas

- 47 - Generalidades. Estatísticas. Controle técnico. Divisão do trabalho. Escolha de profissionais. Princípios gerais de administração.

PREPARAÇÃO MECÂNICA DOS MINÉRIOS

XVI - Introdução

- 48 - Definição, objeto e equação geral da preparação mecânica dos minérios. Separação de acôrdo com a densidade. Concentrados, "tailings", "middlings" e lamas. Métodos típicos de preparação mecânica dos minérios. Rendimento. Recuperação. Fórmulas.
- 49 - Métodos de concentração por gravidade. Generalidades. Teoria da concentração por gravidade. Queda de um corpo na água. Comportamento de um corpo sólido em uma corrente ascendente ou descendente de água.
- 50 - Escolha no interior e no exterior da mina. Escolha manual; mesas; exemplos nacionais. Escolha a martelo.

XVII - Lavagem e britagem

- 51 - Generalidades. Principais aparelhos de lavagem.
- 52 - Principais operações na preparação dos minérios: Quebramento. Britagem. Generalidades. Britadores; classificação, descrição e teoria; principais tipos de britadores.

XVIII - Moagem

- 53 - Generalidades. Teoria da moagem. Moinhos; classificação, descrição e teoria dos principais tipos de moinhos, escolha de um moinho. Pilões californianos.

XIX - Separação

- 54 - Classificação. Generalidades. Classificação volumétrica. Teoria. Grêlhas e peneiras; descrição e dados práticos.
- 55 - Classificação hidráulica. Princípios gerais. Classificadores hidráulicos. Extensão e teoria da classificação.
- 56 - Classificação mecânica. Generalidades. Principais tipos de classificadores mecânicos.

XX - Concentração

- 57 - Concentração por gravidade. Concentração das areias grossas. "Jigs", teoria e dados práticos. Concentração das areias finas. Mesas; descrição dos principais tipos; teoria

- e dados práticos. Concentração das lamas; generalidades e aparelhos.
- 58 - Concentração por flutuação. Histórico e generalidades. Teoria e processos de flutuação. Condicionamento da polpa. Reagentes da flutuação; suas funções e propriedades. Máquinas e prática da flutuação. Flutuação dos minérios sulfuretados e dos minérios oxidados.
- 59 - Concentração por separação magnética e electrostática.
- 60 - Concentração por separação pneumática.

XXI - Acessórios dos engenhos

- 61 - Generalidades. Alimentadores automáticos. Amostradores. Decantadores e espessadores. Lavadores. Elevadores. Filtros. Aparelhagem para laboratórios.
- 62 - Engenhos nacionais de beneficiamento de minérios. Laboratórios de tratamento de minérios. Maquinário. Usina Piloto. Controle das usinas de beneficiamento. Usinas semi-industriais. Exemplo nacional.

PREPARAÇÃO MECÂNICA DOS COMBUSTÍVEIS

XXIII - Beneficiamento

- 63 - Necessidades e vantagens do beneficiamento dos combustíveis. Operações preliminares. Principais tipos de aparelhos.
- 64 - Beneficiamento das hulhas e antracitos. Princípios gerais. Escolha do método. Ensaios de laboratório. Curvas de lavabilidade.
- 65 - Métodos clássicos de beneficiamento de hulhas e antracitos. Processos hidrogravimétricos. "Jigs", lavadores, mesas, caixas de feldspato, processo Chance e outros.
- 66 - Processos pneumagravimétricos. Generalidades. Principais tipos.
- 67 - Processos por flutuação. Generalidades. Aplicabilidade aos carvoes brasileiros.
- 68 - Tratamento das águas de lavagem e recuperação dos resíduos. Decantadores, espessadores e filtros de lama. Métodos de beneficiamento.
- 69 - Exemplos clássicos de usinas de beneficiamento. Exemplos nacionais. Dados técnicos-econômicos.

- 70 - Pirita do carvão nacional. Modos de ocorrência. Possibilidades de seu aproveitamento industrial.
- 71 - Beneficiamento das turfas e linhitos. Principais processos de tratamento

NOTA - Este programa é previsto para dois anos de estudos. Até o ponto n° 33 é matéria do 5° Ano, e do ponto n° 34 em diante é matéria do 6° Ano do Curso de Engenheiros de Minas e Metalurgistas.

Aprovado pelo C.T.A.
e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Cadeira n° 34

METALURGIA DOS METAIS NÃO FERROSOS

Professor designado:

DR. THARCISIO D. DE SOUZA SANTOS

I - Generalidades

- 1 - Metais não-ferrosos. Produção mundial. Importância econômica em comparação com ferro e aço. Minérios de metais não-ferrosos. Influência dos métodos de concentração sobre a metalurgia, ligas e ligas mecânicas. Metalurgia de pó aplicada aos não-ferrosos. Futuro da indústria dos metais não-ferrosos no Brasil.
- 2 - Estudo geral das escórias e fluxos. Estudo dos diagramas de equilíbrio dos sistemas SiO_2/CaO e $FeO/CaO/SiO_2$. Fluxos oxidantes e redutores. Propriedades das escórias silicatadas.

II - Magnésio

- 3 - Magnésio. Produção mundial. Preços. Propriedades. Empregos. Minérios de magnésio. Recursos brasileiros de minérios de magnésio. Classificação dos métodos industriais de produção de magnésio. Processo de eletrólise de cloreto fundido. O processo da Dow Chemical Co. para utilização do magnésio contido na água do mar.
- 4 - O processo Hansgirg. O processo Pidgeon. Descrição das usinas de Toronto, Canaan e Wingdale. Comparação econômica quanto aos outros processos.

III - Alumínio

- 5 - Alumínio. Produção mundial. Preços. Propriedades. Empregos. Consumo nacional de alumínio. Recursos brasileiros em minérios de alumínio. Ligas de alumínio principais e propriedades. Produção de alumina pelos processos Bayer e do U.S. By

reay of Mines para utilização das argilas. Esquema das operações de uma usina típica.

- 6 - Redução da alumina. Descrição das células electrolíticas. Descrição dos electrodos Söderberg. Produção de criolita sintética. O processo Hoopes de refino. Descrição da projetada usina de Rodovalho da Companhia Brasileira de Alumínio.

IV - Chumbo

- 7 - Chumbo. Produção mundial. Preços. Propriedades. Empregos. Ligas mais importantes. Consumo nacional de chumbo. Recursos brasileiros em minérios de chumbo. Minérios de chumbo. Métodos da metalurgia.
- 8 - Ustulação e aglomeração. Química do processo. Descrição de talhada dos processos Huntington-Heberlein, Dwight & Lloyd, Greenawalt e Mace. Esquema de funcionamento de usinas de ustulação e aglomeração. Estudo comparativo de custo de produção. Características dos sinters como matéria prima para redução.
- 9 - Processos de redução. Forno de sola escocês. O processo Newman de agitação mecânica. Produção de escórias cinzentas. Esquema das operações da usina Eagle-Picher. Economia do processo e crítica.
- 10 - Forno de cuba de redução. Características dos fornos modernos. Aparelhamento para deteção de poeiras e fumos. Descrição das câmaras de sacos automáticas. Cálculo das câmaras.
- 11 - Condições físico-químicas da redução das cargas. Cálculo da carga. Aplicação de carvão vegetal para redução. Funcionamento dos fornos. Controle das escórias. Balanço térmico.
- 12 - Produtos do forno de redução. Tratamento e separação de matas e speiss. Diagramas de equilíbrio dos sistemas Pb/S e Pb/As, constituintes principais desses sistemas.
- 13 - Constituição dos chumbos de obra. Princípios fundamentais de refino. Eliminação de cobre, ferro e enxôfre por lixuação e oxidação seletiva. Fornos, economia e projeto.
- 14 - Amolecimento dos chumbos de obra. Química do processo. Descrição das panelas e fornos reverberatórios. O processo Harris; economia e tratamento dos sub-produtos. Custos comparativos.
- 15 - O processo Parkes para recuperação dos metais preciosos. Diagramas de equilíbrio dos sistemas Pb/Ag e Pb/Au. Obtenção das crostas. Prensagem nas prengas Howard. Lixuação. Descrição dos fornos de desargentação. Dezincagem. Oxidação por vapor. O processo Betterton por cloro. O processo usado na usina do Apiaí. Comparação entre os métodos. Molidagem e lingotagem do chumbo refinado.

- 16 - Tratamento das escórias de amolecimento. O processo da American Smelting & Refining para produção de óxido de antimônio. Tratamento das crostas Betterton.
- 17 - Tratamento das crostas Parkes. Distilação nos fornos Faber du Fayr. Descrição dos fornos. Ciclos de tratamento. Recuperação e custos. Copelação das crostas retortadas. Descrição dos fornos. Doré.
- 18 - Refino electrolítico pelo processo Betts. Condições para emprêgo. Descrição das células electrolíticas. Descrição das usinas de Trail e Cerro de Pasco.
- 19 - Descrição de algumas usinas de chumbo. A usina de Apiá. A projetada usina de Plubum S/A.

V - Zinco

- 20 - Zinco. Produção mundial. Preços. Propriedades. Ligas principais. Consumo nacional de zinco. Recursos brasileiros de minérios de zinco. Descrição e classificação dos métodos de produção de zinco. Minérios sulfurados; química das operações de ustulação; descrição dos fornos de ptamares; descrição do processo de ustulação em suspensão da usina de Trail; comparação entre êsses processos. Minérios oxidados; O processo Waelz, o processo electrotérmico Trolhätten.
- 21 - Recuperação de poeiras e fumos. Descrição dos precipitadores electrostáticos.
- 22 - Distilação de zinco; descrição dos fornos de retortas horizontais. Composição das cargas e condensadores. Funcionamento dos fornos. Refino do zinco bruto das retortas. O processo contínuo de distilação. Comparação com o processo intermitente.
- 23 - Deposição electrolítica de zinco. O processo de baixa densidade de corrente e o processo Tainton. Processo contínuo e processo intermitente. Lixiviação. Filtração. Purificação das soluções. Descrição das células electrolíticas. Esquema de operações das usinas Trail e Kellogg.
- 24 - Produção direta do óxido de zinco. Processo Weatherill. Processo indireto. Processo da usina de Trail para tratamento de escórias. Tratamento de minérios complexos em fornos de cuba. Descrição da usina electrolítica da Laminação Nacional de Metais S/A.

VI - Cobre

- 25 - Cobre. Produção mundial. Preços. Consumo brasileiro. Recursos brasileiros em minérios de cobre. Classificação dos processos metalúrgicos. Ustulação e aglomeração dos concentrados; química do processo; descrição de algumas usinas.

- 26 - Produção de mate nos fornos de reverbero. Fornos modernos; detalhes de construção; deteção de finos e recuperação do calor. Operação dos fornos. Escórias. Estudo dos métodos de carregamento. Descrição de usinas modernas. Fornos reverberatórios elétricos Westley.
- 27 - Produção de mate em forno de cuba. O processo pirítico e o processo para minérios oxidados. Descrição dos fornos. Combustíveis. Deteção das poeiras. Separação das mates. Escórias. Custos de tratamento.
- 28 - Conversão das mates. Química do processo. Enriquecimento preliminar das mates, vantagens e custo. Escórias de conversores. Descrição dos conversores Great Falls, Peirce-Smith e do conversor estacionário da Messina Development Co.. Operação dos conversores.
- 29 - Refino ao fogo. Métodos de refino. Descrição dos fornos. Controle da oxidação e sua influência sobre as propriedades elétricas e mecânicas do metal. Diagrama de equilíbrio do sistema Cu/Cu₂O. Moldagem de anodos e lingotagem de cobre refinado ao fogo.
- 30 - Refino electrolítico. Teoria. Descrição dos sistemas em série e em paralelo. Vantagens e desvantagens. Características dos sistemas e descrição das células. Prática de algumas refinarias. Descrição da refinaria de Perth Amboy.
- 31 - Hidrometalurgia de cobre. Química do processo. Estudo dos minérios favoráveis à adoção desse processo. Tratamento das soluções. Cementação electrolítica. Estudo comparativo. Prática das usinas Inspiration e Chiquicamata.
- 32 - Descrição do desenvolvimento das iniciativas contemporâneas de produção de cobre no Brasil.

VII - Ouro

- 33 - Ouro. Produção mundial. Preços. Produção brasileira de ouro. Recursos brasileiros em minérios de ouro. Classificação dos processos. Amalgamação; custos e recuperações. Cimentação; química do processo; minérios adequados. Tratamento de areias e de lamas. O processo de decantação contínua em contra-corrente.
- 34 - Precipitação das soluções. Precipitação em caixas de zinco. Precipitação por carvão vegetal. O processo Merrill-Crowe. Tratamento dos precipitados. Refino do ouro bruto e do dore. Separação por via úmida. Separação electrolítica. Processos Moebius e Thum. Descrição das células.

VIII - Prata

- 35 - Prata. Produção mundial. Preços. Produção brasileira de prata. Recursos brasileiros de minérios de prata. Propriedades

dades do metal. Ligas. Tratamento dos minérios argentíferos em fornos de chumbo.

- 36 - O processo Holt-Dern. Lixiviação e precipitação. O processo de cianetação. Precipitação das soluções de cianeto. Refino do bullion.

IX - Estanho

- 37 - Estanho. Produção mundial. Preços. Produção brasileira de estanho. Recursos brasileiros de minérios de estanho. Propriedades. Ligas mais importantes. Descrição dos minérios. Redução dos minérios em fornos de cuba. Estudo das escórias. Recuperação das poeiras.
- 38 - Redução dos minérios em fornos de reverbero. Tratamento das escórias dos fornos de cuba. O processo de lixiviação para aproveitamento do estanho nas escórias. Refino de estanho. Esquema das operações das usinas asiáticas e da usina de Texas City.

X - Níquel

- 39 - Níquel. Produção mundial. Preços. Recursos brasileiros de minérios de níquel. Metalurgia dos minérios silicatados. Processo da Société Caledonickel para produção de mate. O processo da Companhia Níquel do Brasil para redução em forno elétrico. O processo da American Smelting & Refining a ser adotado em São José dos Tocantins. Esquema das operações. Economia do processo.
- 40 - Redução dos minérios sulfurados. Descrição dos fornos. Conversão das mates. Separação do níquel do cobre pelo processo de topos-e-fundos. Purificação por eletrólise. O processo Mond.

XI - Tungstênio

- 41 - Tungstênio. Produção mundial. Preços. Propriedades. Empregos. Recursos brasileiros em minérios de tungstênio. Produção de ferro tungstênio em forno elétrico. Produção de óxido de tungstênio. Redução do óxido de tungstênio em fornos a hidrogênio. Moldagem de pó de tungstênio. Sinterização, "swagging" e trefilação. Carborização de tungstênio. Produção de carburetos de tungstênio e outros carburetos completos em mistura com cobalto. Aplicações.

XIII - Mercúrio

- 42 - Mercúrio. Produção mundial de mercúrio. Preços. Recursos brasileiros de minérios de mercúrio. Descrição dos proces-

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Aula n° 1

CÁLCULO DE OBSERVAÇÕES E ESTATÍSTICAS; CÁLCULO
GRÁFICO E MECÂNICO; NOMOGRAFIA
PRIMEIRA E SEGUNDA PARTES

Professor Efetivo:

DR. AFFONSO P. DE TOLEDO PIZA

Primeira Parte

NOMOGRAFIA

- 1 - Nomografia. Objeto e campo de aplicação.
- 2 - Estudo das representações de uma variável.
- 3 - Estudo das representações de duas variáveis.
- 4 - Estudo das representações de três variáveis.
- 5 - Estudo das representações de quatro e mais variáveis.
- 6 - Pesquisas de leis empíricas.

CÁLCULO GRÁFICO

A - Operações fundamentais

- 1 - Adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação de grandezas dadas expressas por grandezas geométricas escalares.
- 2 - Operações sobre grandezas geométricas dirigidas. Composição de momentos, fôrças, rotações. Polígonos e curvas funiculares.

CÁLCULO DAS OBSERVAÇÕES

A) - Cálculo dos atributos

- 1 - Unidades estatísticas, Classes - Cálculo de Classes.
- 2 - Noções de coletas de unidades, tipos de coleta. Processos.
- 3 - Obtenção de dados. Métodos de apuração.
- 4 - Apresentação de resultados. Quadros, tabelas, sinopses.
- 5 - Críticas de dados e unidades.
- 6 - Amostras e grupos representativos.

CÁLCULO GRÁFICO E MECÂNICO

Cálculo mecânico

- A) - Operadores fundamentais, máquinas de somar, dividir, etc.

Segunda Parte

ESTATÍSTICA

A) - Variáveis aleatórias

- 1 - Estatística. Definição e divisões. Campo de aplicação. Noções históricas.
- 2 - Estudo de uma variável aleatória. Distribuição por espécie, por frequência e marchas.
- 3 - Valores representativos de uma distribuição. Índices de dispersão.
- 4 - Estudo das marchas. Ciclos e períodos. Previsão.
- 5 - Estudo de duas ou mais variáveis aleatórias. Correlação.

B) - Séries estatísticas

- 1 - Séries estatísticas. Séries homógradas e séries heterógradas, definições e métodos aplicáveis a cada uma dessas séries.
- 2 - Séries homógradas.

- a) Cálculo das probabilidades. Leis dos grandes números.
 - b) Leis normais de distribuição.
- 3 - Séries heterogêneas.
- a) Curvas e superfícies de frequência. Função geral de frequência de uma variável aleatória.
 - b) Ajustamento de curvas. Teoria dos momentos e dos mínimos quadrados.

CÁLCULO DAS OBSERVAÇÕES

B) - Cálculo dos valores

- 1 - Observações. Observações imediatas, mediatas e condicionais.
- 2 - Problemas e métodos de estimação. Teoria dos mínimos quadrados.

C) - Cálculo operatório

- 1 - Cálculo das operações. Cálculo das diferenças finitas, centrais, repetidas e divididas. Operadores E, D, C, etc.. Fórmulas de expansão.
- 2 - Cálculo Somatório. Fórmulas de somação.
- 3 - Interpolação. Fórmulas de interpolação.

CÁLCULO GRÁFICO E MECÂNICO

I - Cálculo gráfico

- B) - Derivação gráfica.
- C) - Integração gráfica. Cálculo de integrais definidas.
- D) - Solução gráfica de equações diferenciais.

II - Cálculo mecânico

- A) - Operadores fundamentais. Máquinas de somar, dividir, etc..
- B) - Operadores diferenciais.
- C) - Operadores integrais. Integradores. Integrafos.
- D) - Analisadores.
- E) - Máquinas operatrizes. (Registradoras, contabilizadoras e estatísticas).

PARTE PRÁTICA

Primeira Parte

CÁLCULO DAS OBSERVAÇÕES

Parte A, item 1:

Este item refere-se principalmente ao Cálculo de Classes e os exercícios referentes a êle são extraídos das nossas publicações estatísticas, tais como o Boletim do Departamento de Estatística do Estado e congêneres publicações estrangeiras, bem como de tratados sobre essa matéria, tais como o "Introduction to the Theory of Statistics" de Fule e o "Forschungsmethoden" de Czuber.

As aulas teóricas relativas a esta matéria acham-se publicadas.

Item 2, 3, 4, 5 e 6:

Estas noções serão dadas sumariamente no decorrer das aulas práticas e só poderão ser efetivamente dadas quando a aula n° 1 dispuzer de aparelhamento adequado para a apuração de inquéritos estatísticos.

CÁLCULO GRÁFICO E MECÂNICO

Cálculo Mecânico, item A:

Esta parte será dada no decorrer das aulas práticas, precedidas de uma ligeira exposição teórica; quando dispuzer a seção de modelos e detalhes adequados, poderá ser dada a parte teórica correspondente, seguindo-se por exemplo os trabalhos de Couffignal sobre o assunto.

NOMOGRAMIA

Serão dadas as aulas teóricas e práticas sobre os cinco primeiros itens desta parte do programa; quanto ao item 6, será feita leve referência ao assunto, seguida de uma aplicação clássica, pois que não dispomos de dados originais sobre a matéria.

As aulas práticas mais importantes serão reproduzidas pelos alunos sob forma de relatórios e as menos interessantes poderão ser agrupadas em um único relatório a juízo do professor.

Segunda Parte

ESTATÍSTICA

Parte A:

Os exercícios sôbre a parte A serão retirados de publicações estatísticas e eventualmente de resultados experimentais de que dispuzer a aula n° 1.

Parte B:

Sôbre esta parte serão feitos alguns exercícios visando esclarecimentos da teoria desenvolvida, aliás de caráter elementar. Serão feitos ajustamentos de curvas, visando aplicações futuras.

CÁLCULO DAS OBSERVAÇÕES

Parte B:

Esta parte refere-se essencialmente à teoria dos erros, métodos dos mínimos quadrados. A iniciação teórica nesta parte compete à Cadeira de Topografia, onde são dadas as primeiras noções.

Parte C:

Nesta parte serão feitos exercícios sôbre a aplicação desses operados mais correntes e a sua utilização nas aplicações correntes da Técnica.

CÁLCULO GRÁFICO I

Parte A: Exercícios sôbre a matéria.

Parte B: " " " "

Parte C: " " " "

Parte D: " " " "

II - CÁLCULO MECÂNICO

Serão feitos exercícios de acôrdo com a aparelhagem existente. Faltam-nos aparelhagem para os capítulos B, C, D; quanto ao capítulo E, poderão ser organizadas visitas a repartições onde existe o serviço mecanizado.

Das aulas mais importantes serão exigidos relatórios especiais e as menos importantes poderão ser condensadas em um único relatório, a juízo do professor.

Aprovado pelo C.T. A.
e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

. Aula n° 2

CONTABILIDADE

Professor designado:

DR. AMÉRICO OSWALDO CAMPIGLIA

I - Noções de Direito Comercial

- 1 - Conceito jurídico e econômico do comércio: definições, divisão e finalidade.
- 2 - Comerciante e atos de comércio. Qualidades e distinção. Direitos e obrigações comuns a todos os comerciantes. Arquivo, papéis atinentes ao giro comercial e livros do comerciante. Registo de comércio.
- 3 - Noção de pessoa física e de pessoa jurídica. Teoria geral das Sociedades: definição, fundamento e classificação.
- 4 - Contrato e estatutos sociais. Formalidades extrínsecas e intrínsecas. Cláusulas principais e acessórias. Redação dos contratos.
- 5 - Tipos legais de sociedade comercial no direito brasileiro: Sociedade em nome coletivo, Sociedade em comandita simples, Sociedade de capital e indústria, Sociedade em conta de participação, Sociedade por quotas de responsabilidade limitada, Sociedade por ações e cooperativas.
- 6 - Constituição, dissolução, liquidação, transformação, fusão e incorporação das sociedades comerciais.
- 7 - Generalidades sobre as obrigações mercantis. Contratos, em geral. Compra e Venda.
- 8 - Noção geral sobre documentos comerciais e de contabilidade:
 - a) fatura
 - b) letra de câmbio
 - c) nota promissória
 - d) duplicata de fatura
 - e) cheque
 - f) conhecimentos ferroviários e marítimos
 - g) conta de venda

- h) conhecimento de depósito e "warrant"
- i) cartas de crédito
- j) ações e obrigações ao portador (debêntures).

II - Contabilidade Geral

- 9 - Objeto e definição da contabilidade. Conceito de organização econômico-administrativa. A matéria administrável, os órgãos da administração e os fatos administrativos.
- 10 - Patrimônio. Conceito e definição. Estática e dinâmica patrimonial. Representação técnica e classificação dos elementos do patrimônio. Aspectos econômico, jurídico, administrativo e específico do patrimônio.
- 11 - Noções de ato e fato administrativos. Classificação dos fatos administrativos segundo as modificações que operam no patrimônio.
- 12 - Contas: conceito e definição. Classificação geral, abertura, encerramento e funções peculiares.
- 13 - Escrituração. Idéia geral sobre o registro do patrimônio e dos fatos administrativos. Métodos de escrituração. Redação das partidas. Fórmulas diversas. Erros e modo de corrigi-los.
- 14 - Livros de escrituração e registros diversos. Classificação dos livros em geral. Representação gráfica.
- 15 - Ciclos da administração. Conceito de ano e de exercício administrativo. Apuração de resultados e sua apropriação. Reservas e provisões.
- 16 - Inventário. Definição, classificação e funções. Fases do inventário. A avaliação dos elementos patrimoniais. Valores deprecáveis. Depreciação e amortização. Fatores de depreciação. Critérios empíricos e critérios racionais para o cálculo das depreciações. Classificação e descrição dos elementos inventariados.
- 17 - Balanço. Noção fundamental. Processo geral de encerramento. Aspectos e situações representadas. Obrigatoriedade do seu levantamento. Balanço patrimonial e balanço econômico. Padronização e análise dos balanços. Demonstrações complementares.

III - Contabilidade Especial

- 18 - Contabilidade aplicada às sociedades mercantis: constituição e modificações do capital, distribuição de resultados e liquidação. Empréstimo-obrigações: serviço de juros e amortização.
- 19 - Contabilidade industrial:

- a) Escôrcço histôrico sôbre a evoluçãõ industrial;
 - b) Classificaçãõ das indústrias. Organizaçãõ Administrati-
va;
 - c) Exercício Industrial e Exercício Comercial;
 - d) Custo industrial e seus elementos: material, mãõ de obra
e gastos de fabricaçãõ. Determinaçãõ do custo: incorpo-
raçãõ dos fatores diretos e processos de apropriaçãõ dos
fatores indiretos.
 - e) Quadro de contas e escrituraçãõ aplicada.
- 20 - Contabilidãde dos Transportes:
- a) Evoluçãõ dos transportes e sua classificaçãõ;
 - b) Organizaçãõ das Emprêsas Ferroviárias; concessões e re-
cursos para a exploraçãõ. Funções Administrativas e Fun-
ções Têcnicas;
 - c) Tarifaçãõ em geral. Exercício industrial e exercício co-
mercial. Custo dos transportes. Receita e despesa do
Tráfego. Tráfego próprio e tráfego mútuo. "Railway clea-
ring-house";
 - d) Capital das emprêsas ferroviárias. Tomada de contas pe-
los poderes públicos.
- 21 - Contabilidãde Bancária:
- a) Noções sôbre economia e tãcnica bancária;
 - b) A unificaçãõ dos bancos. Conceito de cada espãcie: Ban-
cos de depõsitos e descontos; Bancos de emissãõ; Bancos
de crãdito agrãcola e industrial; Bancos de reserva;
 - c) Operações bancárias, em geral, e sua apropriaçãõ contá-
bil.
- 22 - Contabilidãde Púbrica:
- a) Noções de administraçãõ púbrica;
 - b) Orçãmento: previsãõ e execuçãõ;
 - c) Contas de gestãõ financeira e patrimonial;
 - d) Patrimônio do Estado.
- 23 - Especializações diversas:
- a) Contabilidãde aplicada a outras Emprêsas ou entidades;
 - b) Operações especiais;
 - c) Bolsas. Classificaçãõ e tãcnicas especiais.

IV - Aplicações

Organizaçãõ de uma nomografia contábil e trabalhos correlatos.

Aprovado pelo C.T.A.

e pela Congregaçãõ.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Aula n° 3

DESENHO ARQUITETÔNICO E ESBOÇO DO NATURAL

DESENHO DE PERSPECTIVA

Professor Efetivo:

DR. JOSÉ MARIA
DA SILVA NEVES

CURSO GERAL

- 1 - Esboço, definição do traço e sombra.
- 2 - Aquarela e respectiva técnica.
- 3 - Aplicações diversas.

CURSO DE APLICAÇÃO

- 1 - Processos de perspectiva.
- 2 - Técnicas de apresentação.
- 3 - Aplicações.

NOTA: - O Curso abrange três anos, sendo um geral e dois de aplicação à Arquitetura.

Exige-se um mínimo de trabalhos por semestre, fixado de acôrdo com a dificuldade dos modelos propostos.

Aprovado pelo C.T.A.
e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Aula n° 4

DESENHO TOPOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO

PRIMEIRA E SEGUNDA PARTES

Professor Efetivo:

DR. FRANCISCO SALLES

VICENTE DE AZEVEDO

Primeira Parte

DESENHO TOPOGRÁFICO

- 1 - Preliminares: Letras, letreiros e escalas.
- 2 - Sinais convencionais: Representação dos acidentes geográficos por meio de sinais e côres convencionais.
- 3 - Planimetria: Leitura das cadernetas de levantamento. Traçado dos alinhamentos por meio de transferidor, cordas e cordenadas ortogonais. Erro de fechamento das poligonais, sua interpretação, compensação e distribuição. Cálculo das áreas. Orientação das plantas pelo norte magnético e verdadeiro.
- 4 - Altimetria: Representação gráfica do relêvo do solo por meio de curvas de nível: curvas mestras e intercalares. Leitura das cadernetas de nivelamento e sua interpretação.
- 5 - Projetos de estradas de rodagem e de ferro. Perfis longitudinais e seções transversais. Convenções e especificações regulamentares.
- 6 - Processos de cópia, reprodução, ampliação e redução de plantas topográficas.

Segunda Parte

DESENHO CARTOGRÁFICO

- 1 - Métodos de projeções para o traçado dos meridianos e parale

- los.
- a) Projeções perspectivas;
 - b) Projeções desenvolvíveis: cônicas e cilíndricas;
 - c) Projeções convencionais.
- 2 - Leitura e interpretação das cartas baseadas nas:
- a) Projeções isogônicas;
 - b) Projeções equidistantes;
 - c) Projeções equivalentes.
- 3 - Determinação da direção e da distância entre dois pontos da superfície da terra. Cálculo das áreas.
- 4 - Processos de representação gráfica:
- a) a traços;
 - b) a côres convencionais.

Aprovado pelo C.T.A.

e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Aula n° 5

COMPOSIÇÃO DECORATIVA; MODELAGEM

PRIMEIRA E SEGUNDA PARTES

Professor Efetivo:

DR. FELISBERTO RANZINI

Primeira Parte

- 1 - Desenho a mão livre de ornato, cópia do gesso - as ordens.
- 2 - As técnicas de apresentação: lápis, bico de pena, "crayon", pastel, aquarela. - Exercícios diversos.

Segunda Parte

- 1 - O acabamento dos desenhos de planta e fachada.
- 2 - Aquarelas e técnicas diversas.
- 3 - Perspectivas e respectivos quadros.
- 4 - Detalhes de interiores e de fachada.
- 5 - Elementos de modelagem.
- 6 - Composições diversas de acordo com o programa do Catedrático da Cadeira de Composição Arquitetônica.

NOTA: - O programa da Primeira Parte é ministrado no 3° Ano do Curso de Engenheiros Arquitetos e o da Segunda nos 4° e 5° Anos do mesmo Curso.

Aprovado pelo C.T.A.
e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Aula n° 6

COMPLEMENTOS DE ÓTICA CRISTALINA

Professor designado:

DR. JOSÉ CARLOS RODRIGUES

- 1 - Noções sumárias sobre a natureza da luz. Teoria corpuscular. Teoria ondulatória. Teoria electromagnética.
- 2 - Movimento harmônico simples. Movimento ondulatório. Direção de propagação e de vibração. Comprimento de onda, frequência, período, fase e amplitude. Luz natural e luz polarizada. Luz monocromática e luz policromática.
- 3 - Propagação da luz. Conceitos. Superfícies de onda.
- 4 - Propagação da luz nos diferentes meios. Meios isotrópicos e anisotrópicos em relação à luz. Primeiras noções sobre a influência da estrutura cristalina nos fenômenos de propagação.
- 5 - Elipsóide dos índices de refração.
- 6 - Modalidades de elipsóides. Subordinação aos elementos de simetria do cristal. Simetrias com eixo principal. Raio ordinário e raio extraordinário. Eixo ótico, cristais uniaxiais, positivos e negativos. Simetrias sem eixo principal. Cristais biaxiais. Seções e direções cíclicas. Cristais positivos e negativos.
- 7 - Forma das superfícies de onda nos cristais uniaxiais e biaxiais, positivos e negativos.
- 8 - Microscópio polarizador. Conhecimento de suas diferentes partes. Cuidados especiais no seu manejo. Acessórios principais. Lâminas de gesso, mica e quartzo.
- 9 - Combinações de oculares e objetivas. Aumento. Determinação do aumento. Determinação do tamanho de grãos.
- 10 - Condições de trabalho com o microscópio. Centragem da objetiva. Cruzamento dos nicóis. Paralelismo entre nicóis e retículos. Determinação da direção de vibração do nicol inferior.

- 11 - Refração da luz no contato entre dois meios. Caso de dois isotrópicos, e de um isotrópico e outro anisotrópico. Influência da orientação do meio anisotrópico.
- 12 - Lâminas. Direções de polarização. Decomposição da luz incidente. Lei de Malus. Pinça de turmalina. Nicóis.
- 13 - Atraso de raio luminoso na travessia das lâminas. Observações com nicóis cruzados. Variação da intensidade da luz emergente. Extinção das lâminas.
- 14 - Polarização cromática. Subordinação das cores de polarização ao atraso. Gama de Newton. Compensador erek.
- 15 - Determinação das lâminas. Direções de extinção, de maior e menor índice. Ângulos de extinção. Birrefringência das lâminas. Determinação com lâminas compensadoras e com compensador Berek. Espessura das lâminas.
- 16 - Determinação dos índices dos minerais pelo processo Becke. Outros processos menos usados. Importância da observação dos relevos nos minerais. Comparação dos relevos com lâminas de minerais de índices conhecidos. Escala de relevos.
- 17 - Luz convergente. Decomposição dos diferentes raios do cône de luz. Figuras de interferência em cristais uniaxiais e biaxiais nas direções características.
- 18 - Determinação do sinal ótico de minerais uniaxiais e biaxiais, em luz convergente.
- 19 - Dispersão da luz. Elipsóides para as diferentes cores. Aspecto da dispersão nas diversas modalidades de simetria.
- 20 - Polarização rotatória. Poder rotatório. Lâminas dextrogi-
ras e levogiras. Coloração final de luz inicialmente branca. Fatores de que depende o poder rotatório. Distinção entre polarização rotatória e cromática. Condições para que a polarização rotatória se manifeste nas lâminas. Relações entre a polarização rotatória e a simetria dos motivos dos reticulados.
- 21 - Absorção da luz. Fatores de que depende. Corpos opacos, transparentes e translúcidos. Minerais idiocromáticos e alocromáticos. Variação da absorção com a direção de vibração da luz. Pleocroísmo. Principais minerais pleocróicos.
- 22 - Observações gerais em lâminas delgadas. Cor, pleocroísmo, forma, associações, cristalização incipiente. Minerais amor-
fos. Materiais de origem orgânica. Agregados finos. Inclu-
sões. Cristais aciculares e tabulares. Geminações.
- 23 - Processos para a determinação de minerais em lâminas delga-
das e em esqúirulas.

Aprovado pelo C.T.A.

e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Aula n° 7

METALOGRAFIA

Professor designado:

DR. AMARO LANARI JUNIOR

- 1 - Recapitulação geral das leis dos equilíbrios físico-químicos. Transformações alotrópicas.
- 2 - Equilíbrios dos sistemas binários. Diagramas de equilíbrios. Eutéticos. Separação de compostos definidos. Idem de soluções sólidas. Diagramas de equilíbrios das ligas ternárias.
- 3 - Prática da análise térmica. Traçado dos diagramas.
- 4 - Macrografia e micrografia. Preparo da amostra. Microscópio metalográfico. Microfotografia.
- 5 - Transformações das ligas no estado sólido. Eutectóide. Modificações de estrutura. Recosimento. Encruamento. Equilíbrios meta-estáveis nas ligas.
- 6 - Tratamentos mecânicos, térmicos e químicos dos metais e das ligas e suas relações com a estrutura.
- 7 - Metalografia dos produtos siderúrgicos. Diagrama geral do equilíbrio das ligas Fe-C. Seus constituintes.
- 8 - Micro-estrutura dos ferros e aços ordinários. Sua classificação. Aços ordinários hipo-eutectóides, eutectóides e hiper-eutectóides. Influência do tratamento sobre a micro-estrutura dos aços ordinários.
- 9 - Micro-estrutura das gusas. Gusas branca, cinzenta e trutada. Fonte maleável.
- 10 - Micro-estrutura dos aços especiais. Idem das ferro-ligas.
- 11 - Metalografia dos metais e das ligas não ferrosos. Latões ordinários e especiais. Bronzes ordinários e especiais. Ligas de cobre e alumínio. Ligas de cobre e níquel; ligas de cobre, níquel e zinco. Ligas anti-fricção. Ligas dos metais nobres.
- 12 - Macrografia: técnica e aplicações industriais.

Aprovado pelo C.T.A.
e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Aula n° 8

TAXINOMIA PALEONTOLÓGICA

Adjunto contratado:

DR. FERNANDO FLAVIO

MARQUES DE ALMEIDA

- 1 - Paleontologia. Paleozoologia e paleobotânica. Fósseis: conservação, interpretação e reconstrução. Evolução.
- 2 - Paleozoologia. Classificação dos animais. Nomenclatura. Protozoários, poríferos, celenterados, graptólitos, vermes e rotíferos.
- 3 - Braquiópodos.
- 4 - Briozoários.
- 5 - Equinodermas: equinóides, asteróides, crinóides, blastóides e cistóides.
- 6 - Moluscos. Lamelibrânqueos, gasterópodos e cefalópodos.
- 7 - Artrópodos, trilobites.
- 8 - Vertebrados. Peixes.
- 9 - Reptis. Crocodilianos e dinossauros.
- 10 - Aves e mamíferos.
- 11 - Paleobotânica. Classificação das plantas. Origem da vida. Talófitas, briófitas, pteridófitas, artrófitas, lepidófitas, pteridospermas, cicadófitas, coníferas e angiospermas fósseis.
- 12 - Plantas do pré-cambriano e do paleozóico inferior.
- 13 - Plantas do devoniano.
- 14 - Plantas do carbonífero e do permiano.
- 15 - Plantas da era mesozóica.

- 16 - Plantas do período terciário.
- 17 - Plantas do período quaternário.
- 18 - Métodos de estudo de botânica fóssil. Coleções paleontológicas.

Aprovado pelo C.T.A.
e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Aula n° 9

DESENHO DE MÁQUINAS
PRIMEIRA E SEGUNDA PARTES

Professor Contratado:

DR. ROBERTO MANGE

Primeira Parte

- 1 - Preliminares de desenho de máquinas: representações de elementos fundamentais de máquinas segundo normas padronizadas.
- 2 - Êpuras de peças de máquinas a mão livre.
- 3 - Estudo de engrenagens com tipos principais de traçados.
- 4 - Composição dos elementos e do conjunto de um sarilho.
- 5 - Estudos de vias líquidas em turbinas.

Segunda Parte

- 1 - Composição de guindastes ou pontes rolantes - detalhes e conjunto.
- 2 - Composição do conjunto de uma transmissão.
- 3 - Composição dos órgãos principais e conjunto de turbina de jato livre.
- 4 - Composição de um conjunto de turbina de sobrepressão com êpura de instalação hidráulica.

NOTA: - A primeira parte dêste programa é ministrada no 4° Ano dos Cursos de Engenheiros Cíveis, Mecânicos e Eletricistas, Minas e Metalurgistas e Químicos e a segunda parte no 5° Ano do Curso de Mecânicos e Eletricistas.

Aprovado pelo C.T.A.
e pela Congregação.

Universidade de São Paulo

ESCOLA POLITÉCNICA

Aula n° 10

FÍSICA GERAL (TERCEIRA PARTE): ELEMENTOS
DE ELETROTÉCNICA GERAL

Professor designado:

DR. PAULO RIBEIRO DE ARRUDA

CORRENTE CONTÍNUA

I - Material empregado em eletrotécnica

1 - Condutores. Resistências. Isolantes. Materiais magnéticos.

II - Instrumentos de medida

2 - Voltômetros. Amperômetros. Wattômetros. Contadores de energia. Ohmômetros. "Megger".

III - Geradores

3 - Princípio de funcionamento. Órgãos principais. Tipos. Detalhes construtivos.

4 - Tipos de enrolamentos. Equação da F.E.M. gerada. Sistemas indutores.

5 - Reação do induzido. Princípio da comutação.

6 - Excitação independente. Característica em vazio. Característica externa e total. Regularização.

7 - Auto-excitação em derivação. Escorvamento. Características.

8 - Auto-excitação em série e composta. Características. Aplicações.

9 - Reguladores de tensão. Geradores especiais. Dispositivos de proteção. Aplicações.

- 10 - Associação de geradores em série e em paralelo.

IV - Motores

- 11 - Princípio de funcionamento. Fôrça contra-electromotriz. Velocidade angular. Conjugado motor.
- 12 - Arranque dos motores. Precauções. Controle de velocidade.
- 13 - Motores com excitação em derivação, série e composta. Características. Aplicações.
- 14 - Aparelhamento de controle e proteção. Sistemas especiais de arranque e controle de velocidade.
- 15 - Perdas em máquinas C.C.. Rendimentos típicos de geradores e motores.
- 16 - Seleção dos vários tipos de motores de acôrdo com os respectivas características. Exemplos.

CORRENTE ALTERNADA

V - Circuitos monofásicos

- 17 - Valores médios e eficazes. Circuitos com resistência, indutância e capacitância. Reatância. Impedância. Defasagem.
- 18 - Circuitos série e paralelo. Potência. Fator de potência. Método simbólico. Ressonância. Diagramas vetoriais.

VI - Circuitos polifásicos

- 19 - Gerador elementar de correntes polifásicas. Sistema trifásico equilibrado. Tipos de ligação; propriedades. Potência. Diagramas vetoriais. Campo girante. Harmônicas.

VII - Instrumentos de medida

- 20 - Voltômetros e amperômetros de vários tipos. Wattômetros. Contadores de energia. Indicadores de fator de potência. Sincronoscópios. Oscilógrafos.

VIII - Transformadores

- 21 - Princípio de funcionamento. Relação das tensões. Diagramas vetoriais sem carga e com carga. Rendimento. Regularização.
- 22 - Polaridade. Ligações de transformadores monofásicos e trifásicos. Tipos de ligação. Operação em paralelo.
- 23 - Transformadores de instrumento. Auto-transformadores.

Transformadores de corrente constante. Reguladores de indução.

IX - Geradores

- 24 - Tipos de alternadores. Características construtivas. Órgãos principais. Equação da F.E.M. gerada. Alternadores monofásicos e trifásicos.
- 25 - Reação do induzido. Diagramas vetoriais. Regularização. Associação em paralelo.

X - Motores

- 26 - Motor síncrono. Princípio de funcionamento. Diagramas vetoriais. Velocidade angular. Conjugado motor. Dispositivos de arranque.
- 27 - Motor polifásico de indução. Princípio de funcionamento. Características construtivas. Velocidade angular. Escorregamento. Conjugado de arranque. Diagramas vetoriais. Controle de velocidade. Métodos de arranque.
- 28 - Motor monofásico de indução. Motor monofásico série e de repulsão.
- 29 - Dispositivos de proteção e arranque para motores C.A..
- 30 - Seleção dos vários tipos de motores de acordo com as respectivas características. Exemplos.

XI - Conversão de C.A. em C.C.

- 31 - Grupos motor-geradores. Comutatrizes. Retificadores termoiônicos: a catodo aquecido e a vapor de mercúrio. Retificadores a óxido. Aplicações em circuitos monofásicos e polifásicos.

XII - Transmissão e distribuição

- 32 - Tensões empregadas. Linhas aéreas e subterrâneas. Sistemas empregados. Instalações típicas. Dispositivos de proteção das instalações.

XIII - Instalações

- 33 - Materiais isolantes. Condutores. Canalizações. Código de instalações elétricas. Dispositivos de proteção. Circuitos típicos para pequenas instalações.

ILUMINAÇÃO

- 34 - Leis. Padrões. Definições. Fotômetros. Medidas fotométricas.
- 35 - Fontes de luz. Lâmpadas dos tipos de arco, filamento incandescente, descarga em gases e fluorescentes.
- 36 - Qualidade de uma boa iluminação. Visão. Brilho. Deslumbramento. Tipos de iluminação. Aclaramentos recomendados. Curvas de distribuição de aparelhos típicos.
- 37 - Métodos de cálculo de iluminação: por pontos e coeficiente de utilização. Aplicações.

ELECTRÔNICA

XIV - Válvulas eletrônicas

- 38 - Díodo. Tríodo. Válvulas de vários elementos. Características.

XV - Circuitos

- 39 - Princípio de funcionamento de amplificadores, detetores e osciladores.

XVI - Válvulas especiais

- 40 - Células foto-elétricas. Thyatron. Oscilógrafo catódico. Aplicações diversas.

NOTA - Os assuntos serão tratados tendo em vista a compreensão dos fenômenos envolvidos e sua imediata aplicação nas máquinas elétricas sem entrar em detalhes mais especializados de construção e projeto.

PARTE FACULTATIVA

- 41 - Elementos de tração elétrica.
- 42 - Sistemas de proteção e sinalização.
- 43 - Sistemas de comunicação com fio: telegrafia; telefonia; transmissão de imagens.
- 44 - Sistemas de comunicação sem fio: radiotelegrafia, radiotelefonía, radiodifusão e televisão.

NOTA - A parte facultativa será dada sem prejuízo do programa básico, terá um caráter informativo e, sempre que possível, será na forma de preleções, antecipando excursões relativas aos assuntos citados.

PARTE PRÁTICA

- 1 - Medidas de resistências. Resistência de isolamento.
- 2 - Características de um gerador de corrente contínua.
- 3 - Características de um motor de corrente contínua.
- 4 - Estudo dos fenômenos típicos nos circuitos monofásicos.
- 5 - Estudo dos circuitos trifásicos. Determinação de potencia.
- 6 - Ligações de transformadores. Características de um transformador.
- 7 - Características de um alternador.
- 8 - Características de um motor síncronico. Sincronização.
- 9 - Características de um motor de indução trifásico.
- 10 - Determinação da curva de distribuição luminosa de uma lâmpada.

NOTA - Na parte prática, em tôdas as experiências que envolvem máquinas elétricas ou transformadores, as mesmas serão feitas com equipamento de pequena potência, especialmente escolhido e preparado para esta finalidade didática.

PROJETOS

- 1 - Projeto de iluminação, distribuição e proteção de uma oficina, escritório ou canteiro de serviço.

EXCURSÕES

- 1 - Estão previstas excursões a uma usina geradora ou sub-estação distribuidora, a uma estação radiotelefônica ou radio-difusora, e a uma estação telefônica.

Aprovado pelo C.T.A.
e pela Congregação.

HORAS DE AULAS SEMANAIS DE CADA CURSO

Ano	Matérias	CIVIS			ARQUITETOS			MEC.e ELETR.			QUÍMICOS			MIN.e METAL.		
		N°. de aulas			N°. de aulas			N°. de aulas			N°. de aulas			N°. de aulas		
		Teór.	Prát.	Tot.	Teór.	Prát.	Tot.	Teór.	Prát.	Tot.	Teór.	Prát.	Tot.	Teór.	Prát.	Tot.
1º.	Cálculo Iª	3	3	6	3	3	6	3	3	6	3	3	6	3	3	6
	Geom.Anal.	3	3	6	3	3	6	3	3	6	3	3	6	3	3	6
	Geom.Descr.Iª	3	3	6	3	3	6	3	3	6	3	3	6	3	3	6
	Física Iª	3	5	8	3	5	8	3	5	8	3	5	8	3	5	8
	Top.Ast.Geo.Iª	3	4	7	3	4	7	3	4	7	-	-	-	-	-	-
	Estatíst.Iª	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	Des.Arquit.	-	4	4	-	4	4	-	4	4	-	4	4	-	4	4
	Comp.Quim.Inorg.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	6	9	3	6	9
T o t a i s -	16	24	40	16	24	40	16	24	40	16	26	42	16	26	42	
2º.	Cálculo IIª	3	3	6	3	3	6	3	3	6	3	3	6	3	3	6
	Geom.Descr.IIª	2	2	4	2	2	4	2	2	4	-	-	-	-	-	-
	Mec. Racional	3	3	6	3	3	6	3	3	6	3	3	6	3	3	6
	Física IIª	3	5	8	3	5	8	3	5	8	3	5	8	3	5	8
	Top.Ast.Geo.Iª	2	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	3	4	7
	Top.Ast.Geo.IIª	2	4	6	2	4	6	2	4	6	-	-	-	-	-	-
	Quim.Tec.Ger.Iª	2	5	7	2	5	7	2	5	7	3	9	12	3	8	11
	Estatíst.IIª	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Des. Topogr.	-	3	3	-	3	3	-	3	3	-	-	-	-	3	3	
Quim.Anal.Iª	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	6	-	-	-	
T o t a i s -	16	27	43	16	27	43	16	27	43	15	26	41	16	28	44	
3º.	Resist.Estab.I	3	4	7	3	4	7	3	4	7	3	4	7	3	4	7
	Mineralogia	3	4	7	3	4	7	3	4	7	3	4	7	3	4	7
	Hidráulica	3	5	8	3	5	8	3	5	8	-	-	-	3	5	8
	Física IIIª	4	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mater.Constr.	3	5	8	3	5	8	3	5	8	-	-	-	3	4	7
	ComposiçaoIª	-	-	-	2	4	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Des.Perspect.	-	-	-	-	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Elétrotec.Iª	-	-	-	-	-	-	3	7	10	-	-	-	-	-	-
	Quim.Tec.Ger.IIª	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	6	8	-	-	-
	Quim.Anal.Iª	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	6
	Quim.Anal.IIª	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	5	8	-	-	-
Quim.Orgân.Iª	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	8	11	-	-	-	
Ótica Cristalina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	2	-	2	
T o t a i s -	16	18	34	14	27	41	15	25	40	16	27	43	16	21	37	
4º.	Máquinas Iª	3	5	8	-	-	-	3	5	8	3	5	8	3	5	8
	Constr. Civis	3	4	7	3	4	7	3	4	7	-	-	-	-	-	-
	Saneamento	2	4	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Termodinâm.Iª	3	3	6	-	-	-	3	3	6	-	-	-	-	-	-
	Resist.Estab.II	2	4	6	2	4	6	2	4	6	-	-	-	-	-	-
	Fundações	2	3	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mecân.dos Solos	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Composiçao IIª	-	-	-	2	10	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Hist.da Arquit.	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Eletrotéc.IIª	-	-	-	-	-	-	2	12	14	-	-	-	-	-	-
	Física IIIª	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4	4	-	4
	Físico Química	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	5	8	-	-	-
	Quim.Tec.Inorg.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	7	-	-	-
	Quim.Orgân.IIª	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	12	14	-	-	-
Quim.Anal.IIª	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	7	
Metalurg.Geral	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	7	
Geologia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	6	
Taxinomia Paleo.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3	
T o t a i s -	15	25	40	9	18	27	13	28	41	15	26	41	19	16	35	
5º.	Concreto	3	4	7	3	2	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Economia	3	2	5	3	2	5	3	2	5	3	2	5	-	-	-
	Navegação	3	4	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Pontes	3	4	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Estradas	3	4	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Contabilidade	-	3	3	-	3	3	-	3	3	-	3	3	-	-	-
	Composiçao	-	-	-	2	10	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Saneamento	-	-	-	2	4	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Eletrotéc.IIIª	-	-	-	-	-	-	3	12	15	-	-	-	-	-	-
	Eletrotéc.IVª	-	-	-	-	-	-	3	3	6	-	-	-	-	-	-
	Termodinâm.IIª	-	-	-	-	-	-	2	3	5	-	-	-	-	-	-
	Máquinas IIª	-	-	-	-	-	-	2	5	7	-	-	-	-	-	2
	Metalografia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	2	-	2
	Bioquímica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	6	-	-	-
	Quim.Tec.Orgân.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	7	9	-	-	-
	Metalurg.Geral	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	7	-	-	-
Termodinâm.Iª	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	6	3	3	6	
Jazidas Iª	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	7	
Lavras de Min.I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	7	
Físico Química	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	7	
Siderurgia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	6	
Met.n.fer.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	3	
T o t a i s -	15	21	36	10	21	31	13	28	41	16	22	38	18	20	38	
6º.	Jazidas IIª	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	5	
	Metalurgia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	6	
	Geofísica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	7	
	Lavra de MinasII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	6	
	Economia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	5	
Contabilidade	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3		
T o t a i s -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	18	32	