

Corrosão, Ônus do Progresso

ALDO CORDEIRO DUTRA

Eng.º Chefe do Setor de Assistência Técnica da Divisão de Material — Departamento de Transporte
PETROBRAS

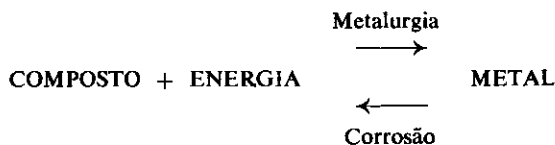
INTRODUÇÃO

No presente trabalho abordamos o conceito e alguns aspectos gerais relacionados com a corrosão e sua influência na vida das nações civilizadas, quer do ponto de vista técnico, quer do ponto de vista econômico. Damos especial ênfase ao custo da corrosão o qual assume proporções astronômicas, razão que levou os países mais adiantados a se empenharem na grande luta técnica em busca de sua prevenção, controle e combate.

CONCEITUAÇÃO

A corrosão é conceituada como o resultado da ação química, eletroquímica, ou ambas associadas, exercidas destrutivamente pelo meio sobre os materiais metálicos. A deterioração ou destruição dos metais por causas puramente físicas não são consideradas corrosão, recebendo outros nomes, por exemplo, erosão, cavitação, desgaste, etc. Há casos entretanto em que a corrosão aparece associada a ações físicas como na corrosão-erosão, corrosão sob fadiga, corrosão sob fricção e corrosão sob tensão fraturante.

Nas reações de corrosão há geralmente uma combinação do metal com elementos não metálicos contidos no meio, principalmente o oxigênio, havendo a formação de compostos semelhantes aos encontrados na natureza. Por exemplo, a ferrugem que é o produto da corrosão atmosférica do ferro, é um óxido de ferro (Fe_2O_3) hidratado. A hematita, conhecido minério de ferro, nada mais é do que este mesmo óxido. Neste exemplo concluímos que a corrosão agiu em sentido oposto ao processo metalúrgico. Mas não se trata de um caso particular e sim, de um princípio mais geral traduzido pela seguinte expressão:



Na obtenção do metal o composto recebe energia através dos processos metalúrgicos, apresentando em consequência um nível de energia superior ao do composto. A corrosão age inversamente transformando o metal em composto, por um processo espontâneo, com a liberação de energia.

Por outro lado observamos que os diversos metais são atacados diferentemente quando expostos a um corrosivo. Este comportamento também pode ser explicado por outro princípio geral, ligado ao já exposto:

“Há diferentes quantidades de energia em iguais quantidades de diferentes substâncias”.

Este princípio resulta do fato de diferentes metais apresentarem diferentes graus de dificuldade, ou de facilidade, na sua obtenção. Observa-se ainda que, geralmente, quanto mais difícil a obtenção de um metal, tanto mais fácil será a sua destruição pela corrosão.

IMPORTÂNCIA DO PROBLEMA

A importância do problema de corrosão, nos dias atuais, é transcendente e deve ser encarada segundo dois aspectos. O primeiro deles é o econômico, envolvendo as perdas de produtos e de materiais em consequência da deterioração de vasos, tubulações, tanques de armazenamento, embarcações de todos os tipos, oleodutos e gasodutos além de estruturas metálicas das mais diversas instalações, representando o desperdício de somas incalculáveis. O segundo aspecto está relacionado com a conservação das reservas naturais de minérios, tendo em vista que a corrosão, sendo um processo espontâneo, é um fator que acelera o seu deapauamento.

Em virtude dessas características os países mais adiantados encaram o problema da corrosão com a mais profunda seriedade. Um exemplo dêsse cuidado nos deu a O.N.U. que, com a atenção voltada para a proteção das reservas mundiais de minérios, convo-

cou uma conferência para tratar especialmente desse assunto. Foi a "United Nations Scientific Conference on the Conservation and Utilization of Resources", realizada em Nova Iorque, de 17-8 a 6-9-1949, na qual o Brasil foi representado pelo ilustre Professor Sylvio Frões de Abreu, atual Diretor do Instituto Nacional de Tecnologia e Conselheiro da Petrobrás.

Nesta Conferência uma Seção foi dedicada à poupança das reservas minerais mediante o controle da corrosão, devidamente orientado. Esta Seção contou com trabalhos de autoria dos mais altos expoentes da ciência e da tecnologia da corrosão no mundo, dentre os quais destacamos:

H. H. UHLIG — Chefe do Laboratório de Corrosão da Divisão de Metalurgia do M.I.T. — Estados Unidos.

W. H. J. VERNON — do Departamento de Pesquisa Científica e Industrial — Inglaterra.

U. R. EVANS — da Universidade de Cambridge — Inglaterra.

GEORGE CHAUDRON — da Sorbonne — França.

J. E. CARRIÈRE — do Institute for Testing of Water Supply Materials — Holanda.

Independentemente das universidades existem associações técnicas que se dedicam exclusivamente aos problemas de corrosão, tanto do ponto de vista técnico como científico. Como exemplo citamos o National Association of Corrosion Engineers (NACE) dos Estados Unidos, a qual conta com mais de 6.000 associados, no mundo inteiro. Esta Associação dispõe de cerca de 180 Comitês e Subcomitês Técnicos, distribuídos em todo o território dos Estados Unidos além de alguns que funcionam no Canadá, na Vene-

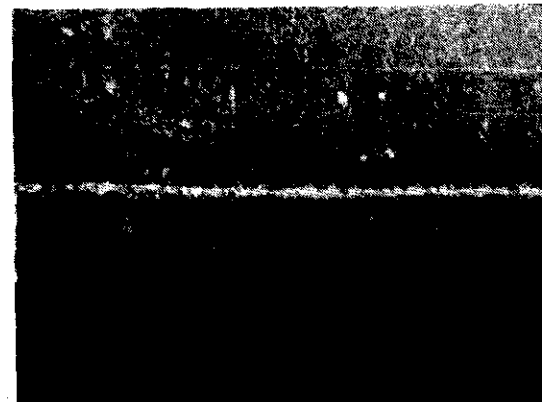


Fig. 2 — Corrosão atmosférica em tubos armazenados a céu aberto, durante 18 meses, em atmosfera industrial.

zuela e no Chile, os quais estudam os mais variados aspectos da ciência e da tecnologia da corrosão.

No Brasil, há anos, o assunto vem sendo estudado por pequeno grupo de engenheiros ligados às refinarias de petróleo, indústrias químicas e petroquímicas, sendo digno de nota o grande desenvolvimento que a tecnologia de corrosão já alcançou na Petrobrás. Nos últimos anos, entretanto, com o acentuado desenvolvimento tecnológico, os técnicos nacionais estão tomando conhecimento da importância dos problemas de corrosão, já preocupados com a sua prevenção, controle e combate.

Neste particular não podemos negar o mérito do Instituto Brasileiro de Petróleo que já em 1961 fez realizar o seu primeiro Seminário cujo tema foi a Corrosão. Atualmente o I.B.P. dispõe de várias comissões técnicas, uma das quais, a Comissão de Inspeção de Equipamentos, cuida especificamente da corrosão e seu controle.

CUSTO DA CORROSÃO

O custo da corrosão sobe a cifras excessivamente altas, sendo praticamente impossível o seu cálculo preciso. Para facilitar as estimativas costuma-se desdobrar este custo em custo direto e custo indireto. Infelizmente não dispomos de dados relativos ao custo da corrosão em nosso País. Entretanto temos estatísticas americanas que apresentam o custo anual estimado da corrosão nos Estados Unidos, cujos valores são bastante enfáticos para que tenhamos uma idéia do seu significado.

Na Conferência da O.N.U. a que já nos referimos, o Professor Uhlig apresentou a sua estimativa do custo direto da corrosão nos E.U.A., naquela época, que era de 5,5 bilhões de dolares por ano. Este custo, segundo o Prof. Uhlig, poderia ser reduzido de 17%, mediante um programa de controle adequadamente preparado e convenientemente aplicado.

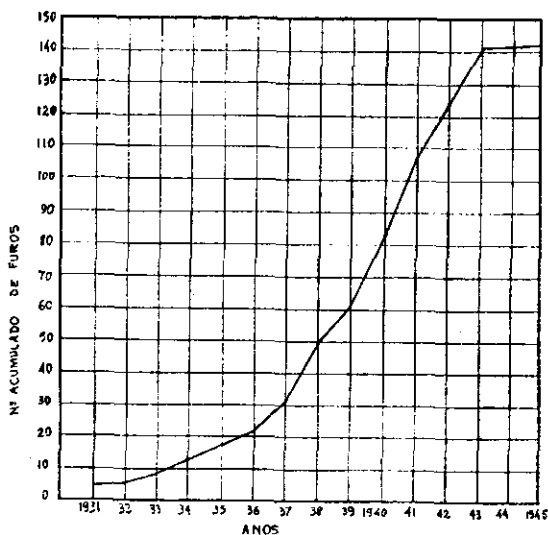


Fig. 1 — Número acumulado de furros, em função do tempo. Em 1943 foi aplicada a proteção catódica.

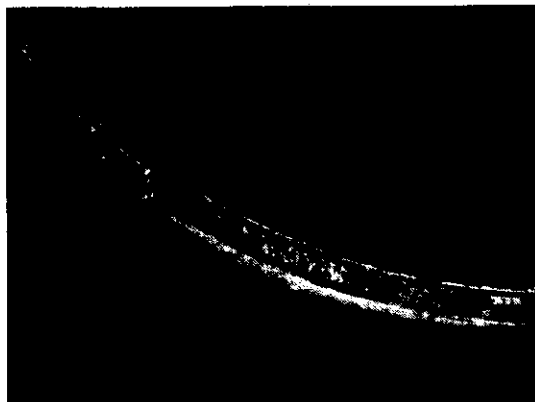


Fig. 3 — Detalhe da extremidade do tubo mostrado na fig. 2.

Mais recentemente, segundo uma das publicações oficiais da NACE, a revista "Materials Protection", as cifras mais atualizadas apresentam-se bastante modificadas, conforme o relatório preparado pelo National Bureau of Standards, o qual estima o custo anual da corrosão, nos Estados Unidos, em 10 bilhões de dólares, assim distribuídos:

Tipo de Indústria	Milhões de US\$
Aquecedores de água domésticos ..	300
Petroleiros para gasolina	75
Refinarias de Petróleo	50
Silenciosos e canos de descarga de automóveis	500
Estruturas enterradas para petróleo	365
Capacidade adicional para bombeamento de água dos sistemas de abastecimento	40
Custos diversos	8.670
Total	10.000

O citado relatório dá ênfase a certas perdas muito vultosas, incluídas nos "Custos diversos" e que geralmente nos passam despercebidas. Um dos exemplos citados está ligado às perdas resultantes da corrosão dos vasilhames utilizados na indústria de alimentos e bebidas enlatadas. Afirma ainda o relatório que 40% da produção de aço dos Estados Unidos destinam-se à reposição de equipamentos e estruturas inutilizadas pela corrosão. Isto representa cerca de 40 milhões de toneladas por ano.

Com relação aos custos indiretos da corrosão não podemos sequer chegar a uma estimativa. Limitamo-nos portanto a indicar alguns dos mais importantes itens que o compõem:

- Paradas não programadas de unidades industriais (refinarias, petroquímicas, químicas, centrais termoelétricas, etc.)

- Perdas de produtos por vazamentos
- Perdas de produtos por contaminação
- Perda de eficiência dos equipamentos
- Perdas humanas.

A esta altura teremos que levar em conta também a quantidade de energia gasta na obtenção daquele material adicional destinado à substituição dos equipamentos inutilizados bem como o esforço humano dispendido com o seu projeto e reconstrução que, se não houvesse a corrosão, poderiam ser destinados à obtenção de bens socialmente mais úteis, contribuindo assim para o bem-estar de todos.

Os exemplos dos prejuízos decorrentes da corrosão são numerosos. Muitas vezes um pequeno furo numa tubulação que transporta gás inflamável, numa unidade, pode exigir a total parada dessa unidade a fim de permitir o indispensável reparo, cujo custo isolado pode não chegar a uma dezena de cruzeiros novos mas, dadas as outras implicações decorrentes, o custo total poderá subir a muitas dezenas de milhares. Isto sem falar na possibilidade de acidentes — muitas vezes catastróficos — cuja incidência não é tão rara, como registra a literatura técnica dos países adiantados.

Um navio que não dispõe de proteção catódica integral, ao ser docado apresenta o casco aparentemente em boas condições. Entretanto por ocasião do jateamento da superfície para pintura evidencia-se o estado de adiantada corrosão da chaparia, requerendo reparos adicionais de grande monta, e de caráter inadiável. Elevadas somas são dispendidas com material, mão-de-obra e outros encargos, além dos prejuízos decorrentes da prorrogação da docagem. Convém lembrar ainda que a corrosão do casco de embarcações pode ter como consequência o seu naufrágio.

As estruturas metálicas marítimas, sem proteção catódica (instalações portuárias, oleodutos, gasodutos, adutoras, cabos elétricos com revestimento metálico) estão sujeitas ao colapso provocado pela corrosão, cujas consequências não podem ser previstas, apre-



Fig. 4 — Detalhe de furo causado por corrosão eletrolítica em tubo enterrado.

sentando cada tipo de estrutura os seus problemas peculiares.

Os grandes geradores de vapor destinados à produção de grandes quantidades de vapor, de alta temperatura e de alta pressão, requerem um permanente e rigoroso controle de corrosão a fim de evitar-se acidentes, muitas vezes catastróficos, dadas as altíssimas quantidades de energia envolvidas. Porém as pequenas caldeiras que operam com modesta produção de vapor, de pressão e temperatura baixas, quase sempre deixam de receber os devidos cuidados no que se refere à corrosão, resultando disso incalculáveis prejuízos considerando-se o somatório de todos os usuários que assim o procedem. Geralmente o equipamento é tido como de má qualidade quando na realidade o problema é outro muito diferente.

A corrosão não espera e manifesta-se sob os mais diversos tipos, formas, aspectos, retardando a produção, acarretando acidentes, ceifando preciosas vidas humanas, exaurindo as reservas minerais. O controle e o combate à corrosão portanto são providências indispensáveis ao progresso industrial de qualquer nação

COMBATE À CORROSÃO

Considerando então as vultosas somas envolvidas no desperdício causado pela corrosão, desde cedo os técnicos dos países adiantados se empenharam na procura de meios visando a eliminação, ou mesmo a minimização dos seus efeitos. É animador verificar que a tecnologia no campo da prevenção, controle e combate à corrosão tem realizado uma obra ponderável. Sem isto não teria sido possível ao homem alcançar e desfrutar os benefícios do progresso industrial a que chegamos.

Os vários meios de que dispomos para combater a corrosão podem ser reunidos em cinco grupos bem distintos, os quais podem ser empregados isoladamente ou combinados, dependendo das condições específicas de cada caso. São eles:

- 1 — Substituição do material metálico por outro mais adequado ao meio corrosivo em causa.
- 2 — Isolamento do material metálico para evitar o seu contato com o meio corrosivo.

3 — Uso de inibidores e apassivadores.

4 — Modificação do projeto ou das condições de operação do equipamento.

5 — Proteção catódica.

A adoção de qualquer solução, fica, contudo, condicionada ao atendimento dos aspectos técnicos e econômicos. Não terá sentido adotar-se uma solução, por melhor que seja do ponto de vista técnico, sem uma criteriosa justificativa econômica.

Apaz-nos registrar aqui a existência de firmas nacionais especializadas que já se dedicam com seriedade ao controle e combate à corrosão, abrangendo desde a inspeção de fabricação de equipamentos, aplicação de revestimentos especiais até a proteção catódica, dentro dos rigorosos requisitos da moderna tecnologia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 — CECCHINIM, MARCO A. G. — Apostila de Corrosão — Curso de Manutenção — Petrobrás — CENAP — CM.60.
- 2 — ALVARENGA, MAURÍCIO MEDEIROS E CARVALHO, PEDRO DA CUNHA — Corrosão em Refinarias de Petróleo. Causas e Métodos de Prevenção, Petrobrás — CENAP — 1965, Rio de Janeiro.
- 3 — SPELLER, F. N. — Corrosion, Causes and Prevention 3rd Edition. McGraw-Hill Book Co. New York, 1951.
- 4 — UHLIG, H. H. — Corrosion Handbook. John Wiley and Sons, Inc. New York, 1955.
- 5 — UHLIG, H. H. — Corrosion and Corrosion Control — John Wiley and Sons, Inc. New York, 1963.
- 6 — UHLIG, H. H. — "Proc. United Nations Scientific Conference on Conservation and Utilization of Resources". Vol. II.
- 7 — BURNS, R. M. e BRADLEY, W. W. — Protective Coatings for Metals Reinhold Publishing Corporation, New York, 1962.
- 8 — PARKER, M. E. — Guided Study Course.
- 9 — EVANS, U. R. — An Introduction to Metallic Corrosion — 2nd. Edition — Edward Arnold (Publishers) Ltd. London, 1963.
- 10 — Materials Protection — Vol. VI, Nr. 4, Abril 1967 — NACE Houston, Texas.
- 11 — MORGAN, J. H. — Cathodic Protection — Leonard Hill (Books) Ltd. London, 1959.
- 12 — Steam and Its Generation — The Babcock and Wilcox Co. New York, 1960.

mentação do dispositivo da fig. 4, que é o semi-coração De Bakey, já descrito, porém de impulsão "rotativa". A figura se nos apresenta clara para quem tenha mediana noção "anátomo-mécano-hidráulica" do conjunto. Em nosso original a côr encarnada indica sangue arterial, oxigenado, e o azul o venoso. Como a fig. 8 é em preto-branco, pontilhamento e linhas descontínuas e linhas cheias indicam, respectivamente circulação arterial e venosa. Os semi-corações naturais têm conexões com linhas interrompidas e os artificiais em contínuas. Todos os dois circuitos, da grande e da pequena circulação, estão "envoltos" por diagramas ovoides representando as linhas piezométricas e de energia. Assim, o ventrículo esquerdo e a semi-bomba rotativa direita dão recalque de 1300 milímetros de coluna d'água (aprox. 100 mm de Hg), impulsionando o sangue arterial ao longo da aorta para os órgãos dependentes, regressando venoso que, pelas cavas, alimenta a aurícula direita ou a sucção da semi-bomba esquerda, que mediante o impulso de 600 mm d'água encaminha, pelas artérias pulmonares, êste venoso para os pulmões, onde re-oxidado, o fluxo fecha o circuito voltando pelas veias pulmonares para a aurícula esquerda ou sucção da semi-bomba direita. Como indicado também na fig. 2, as quedas piezométricas de 80 mm d'água (6 mm Hg) nas áreas extremas de transições: capilares-arteríolas-vênulas e epitelial pulmonar mantém, na fórmula já indicada:

$$Q = K (p_c - p_t)$$

o desnível piezométrico ($p_c - p_t$) que é a diferença entre as pressões inicial-capilar e a final do tecido, como o mostram os índices *c* e *t*. Houve quem estranhasse a fórmula da troca gasosa (volume *Q* p. minuto) não conter a área; é que êsse *K* já é tabelado, por Green, em volumes, de O_2 e CO_2 no jôgo metabólico.

Nota-se que o diagrama "de contôrno" da fig. 8 é o mesmo da fig. 2, êste desenvolvido numa sequência plana vertical. Os desníveis nas linhas de energia são as "perdas de energia". Na fig. 2 indicamos duas linhas de energia que partem da vertical das crossa aórtica e vão aos órgãos. A primeira, mais levada, corresponde a organismo nôvo, dos jovens, artérias de paredes limpas, tubos lisos. A segunda, mais baixa, reflete "tubos de velhos, já esclerosados. O leitor deduzirá o resto, evidente para quem conhece Hidráulica elementar.

ERA ATÔMICA, ESPACIAL E DOS "TRANSPLANTES".

Vivemos inegavelmente época de grandes transformações e feitos científicos, nos domínios da Física Nuclear, das incursões espaciais e das "transplantações". A Química Industrial, a Bioquímica e a Cirurgia deram saltos gigantescos. Revistas e jornais informam síntese de tecidos vivos e sangue artificial. Pena que as conquistas sociais, para bem-estar da Humanidade, não tenham seguido senda paralela. Há miséria, fome, injustiça e o espectro da guerra.

Curioso é observar que nem sempre as grandes conquistas científicas decorrem dos centros mais avançados. O decifrador do neurônio, Ramon de Cajal fôra médico de aldeia, segundo lí. Presentemente, do extremo Sul Africano, do Hospital Groote Schuur da Cidade do Cabo, que não tem tradição de centro de pesquisas, nos vem a mais mirabolante façanha em matéria de transplante do mais importante órgão-motor do organismo humano. De qualquer bom centro cardiológico poderia vir o feito. Barnard não é melhor nem pior que qualquer bom cirurgião internacional, o Brasil incluso. Todavia o que mais nos faz admirar em Barnard foi a coragem, o atrevimento e sua firme autoridade como chefe de brilhante equipe. Soube esta haurir dos grandes centros euro-americanos os ensinamentos dos sábios mestres. Seu irmão mais moço, Marius, trabalhou na equipe De Bakey e um seu sobrinho, autor das rápidas análises orientadoras, especializou-se em notáveis centros bioquímicos.

Honrou-nos Barnard com sua atraente presença e seu máximo e pioneiro orgulho, o dentista Phillip Blaiberg, perambula pelas praias próximas à Cidade do Cabo, vivificado por forte coração mulato, num desafio ostensivo à política ultra-racial de sua pátria, ostentando vasta cicatriz a 45°, envolvente de tôda a frente de seu tórax, ante os olhares

surpresos de sua esposa, engulindo diariamente cerca de 30 comprimidos da mais complexa composição e submetendo-se a controles e muito feliz com a comunicação que as inspeções passarão de diárias a semanais. Há poucos dias apareceu no hospital guiando o próprio automóvel, tendo já participado de um jogo de "rugby", seu esporte favorito.

Já se conta com uma vintena de tentativas e 60% de sucessos, e nosso São Paulo já entrou na corrida, com pioneirismo na América Latina e mostrando ao Mundo aspectos novos em técnica digna dos países mais super-desenvolvidos. Com justa razão dedico a presente modesta contribuição à valorosa equipe do Dr. Zerbini.

E qual seria o rumo do futuro?

A técnica do transplante completo não se nos afigura a mais racional e prática. A concordância doador-receptor é assaz aleatória e nós sabemos quanto custa espera em hospitais...

Ademais os aspectos religioso, moral e jurídico que envolvem tão heróico ato terminam enfadando equipe já sobrecarregada por tanta responsabilidade e cansaço. O espectro da REJEIÇÃO (será), todavia, o óbice.

Longe estamos de um "banco de órgãos", com corações, fígados, rins, etc. conservados "vivos" e à disposição dos cirurgiões.

Poder-se-ia, entretanto, como observa o Dr. M. Collins (Turlock, Califórnia), ORGANIZAR UM BANCO INFORMATIVO, que, apoiado em perfeita estatística, porá as "disponibilidades de doadores convenientemente fichados" à disposição dos cirurgiões.

Diremos, finalmente, e é o que nos interessa em decorrência do campo mecânico do engenheiro, que perlustramos, que, ao lado das habilidades no campo cirúrgico, se estabeleça boa compreensão hidrodinâmica dos misteriosos e furtivos fenômenos escoatóricos que envolvem o funcionamento de órgãos animais.

Consequentemente, até que ponto o engenheiro hidrodinâmico poderia ser útil ao médico, eis o escopo de nosso tema agora tão oportunamente abordado nesta modesta contribuição hemodinâmica. Que os responsáveis pelos "currícula" das Faculdades de Medicina atentem bem para o caso.

Lutemos, pois, por boa compreensão, por um salutar entrosamento, enfim por verdadeira simbiose técnica entre médicos e engenheiros. Mesmo por que, segundo competente cardiologista mineiro, o estágio final de evolução paleontológica parece tender mais para mecânica.

Aperfeiçoemos, pois, os mecanismos "portáteis", que agirão parcial ou totalmente, como substituto integral ou como "buster".

O possível inconveniente da rotação axial não faria pior mal, pensamos, que os golpes pulsativos com suas súbitas oscilações ondulares da pressão e a dependência das complexas manobras de válvulas. Os impulsores "rotativos" **dispensam absolutamente válvulas** "durante o regime". São estas tão semente "reguladoras das mudanças de regimes", porém uma vez estabelecidos estes, as impulsões são suaves e contínuas. Repetimos período já dito atrás: "Ora, contanto que a pressão final nos micro-vasos sedes das difusões gasosas básica do metabolismo seja a mesma, já nesses extremos com efeito ondulatório praticamente nulo, que importa seja o órgão central impulsor "pulsátil ou rotátil"?

Aliás, rotativa é a ação no coração-pulmão extracorpóreo De Bakey de nossa Fac. de Medicina (B. Horizonte). Sòmente ao invés dos convencionais rodetes, há um par esgrenado contornado por roldanas, em câmara de borracha semi-rígida. Assim, o atrito de fricção é substituído, com notória vantagem, pelo de rolamento nas paredes da carcassa.

Há exemplos frequentes de colaboração médico-engenheiro e mecânico. Sabido é que o heróico Ch. Lindbergh e Dr. Alexis Carrel colaboraram na tentativa de um "robot" — coração artificial.

Ainda há pouco o pedido de um médico a técnico aviatório (da General Dynamics Convair), para afiar tipo especial de agulha hipodérmica deu origem à concepção de uma classe de coração-pulmão das mais avançadas. O motor elétrico (provocador de explosões em ambiente "químico") foi substituído por pressão de água alternativamente controlada por registro adequado, que vai insuflar peras elásticas (bexigas) contidas em dois pares de câmaras gêmeas correlatas a átrios e ventrículos. Parece inspirado no aparelho descrito na fig. 7. Sòmente que neste a água é substituída pelo ar e o mecanismo é interno (dentro do corpo, no local do coração).

Para concluir direi

- 1 — que os médicos se tornem mais engenheiros e êstes um pouco mais médicos. nesse desconhecido campo de áreas entrosadas.
- 2 — Estamos na área dos transplantes e êstes são extraordinários, não só pelos resultados como pelo avanço que a técnica imprime à cirurgia cardíaca. Não devemos, todavia, **subestimar a corrida para os mecanismos que provocam "by-pass" ou "booster" de coração e pulmão**, isto é que ajam ao lado (em paralelo, "porpassando") ou intercaladamente (em série). "By-pass" e "booster", substantivo e verbo respectivamente, não têm correspondentes em português. São, porém, têrmos internacionais consagrados e que, como "futebol", poderíamos dizer: "baipasso e buster"...

Deixamos exatamente para o fim nossa referência ao PIONEIRISMO de São Paulo, e, mais que isto, do Brasil, na Am. Latina, no que tange à corrida para os transplantes, a cuja equipe executiva, na pessoa do ilustre Prof. Zerbini, dedicamos nossa modesta contribuição. Comparada porém, esta à vintena de pretentativas, reveste-se a mesma de características especiais que não podem ser desprezadas porque muito elevam e dignificam nossa cultura científica especializada. Nossos transplantes são inegavelmente mais "técnicos e objetivos" e a marcha da recuperação do implantado, comparada à de seus "colegas" o atesta. Do que um leigo (engenheiro) poderia deprender da leitura de jornais e revistas (as especializadas virão em breve), Doutor Zerbini dá relevante importância à preservação do chamado Neo-Sinusal. Realmente, junto à inserção cava-superior fica o chamado Nodo Sino-Atrial (as veias cavas se inserem tão proximamente que dão a impressão de vaso único). Mais abaixo, na base auricular direita está o Nolo Atrioventricular, certamente o Neo-sinusal (depressão: sinus). Em sue pese o asmeto muscular, trata-se realmente de um ramo nervoso, que dá dois ramos correspondentes aos dois ventrículos.

Comandam êles, á maneira de "relais-cerebral", o ritmo cordeal, sua função sendo, por isso justamente dita "Marca-passo ("pace-maker"). Ao superior se atribue comando de mais alta frequência (digamos 80) e é como o "regente da orquestra" e ao segundo, o sub-regente está afeta frequência pouco mais baixa. Já vimos que o sincronismo deve ser tal que o fluxo sanguíneo através dos órgãos não derroguem a lei da "continuidade" hidrodinâmica. Contrariamente, haveria desequilíbrios das pressões montante-jusante nas sedes das difusões de trocas gasosas, quer nos capilares (grande circuito) quer nos epitélios pulmonares (pequeno circuito) circulatórios. Doutor Zerbini dá a entender (mecanicamente, óigo eu) que, falando sòmente no "Neo", recomendou ao Doutor Marques a incisão intermediária, certamente em busca de maior perímetro suturável e de contaco muscular.

Evidentemente a providência foi da maior importância e explica a normal recuperação do R. Caberia aqui ao "leigo" (engenheiro) a pergunta: êste "micro-ramo nervoso estaria "insulado" ou ligado a algum tronco. Onde proviria o "alto-comando", ou seria uma ação independente, de origem local? Não resta dúvida que a excitação é normalmente iniciada de impulsos oriundos do Nodo Sino-Atrial e se propaga rapidamente em todos os sentidos ao longo da musculatura atrial. Após micro-retardo no nodo Atrio-Ventricular (que causa defasagem ondular), a onda se vai propagando, pela ação do sistema Purkinge para a estrutura muscular atrio-ventricular. O sino-atrial (Keith-Flack) é um segmento neuro-muscular, que, isolado, por-se-á a vibrar elevada frequência. O "alto-comando" a que me referí proviria de dois troncos nervosos: vagal e simpático (Pneumo gástrico), um excitando e outro moderando, porém esta auto regulação inlepende da vontade animal. A

conclusão (pelo menos do ponto de vista do engenheiro) é que, **caso haja efetivamente o seccionamento da inervação**, a vida do R. deverá ser precária e de duração relativamente curta. Em suma "o serviço hidráulico", de bombeiro, não há duvida, é perfeito. Resta **indagar da continuidade** na parte "elétrica".

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- 1 — GLASSER (O) — Medical Physics — The Year Book Publishers-Chicago-3 Vs-1960
- 2 — RUSHMER (R) — Cardiovascular Dynamics (J. B. Saunders-Philadelphia-1964)
- 3 — WIGGERS (W) — Circulation Dynamics-Grune & Stratton-New York-1952
- 4 — ATTINGER (E. O.) — Hydrodynamics of Blood Flow-Academic Press-Ven-Te-Chow. N. Y. 1966
- 5 — LOPES (J. C.) — Fluidotécnica-Edições Arquitetura-Belo Horizonte-1966
- 6 — ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA: Vols. 11 e 19
- 7 — LAROUSSE XXe SIECLE-Vol. 2
- 8 — TIME-vários números de 1967-68.



O DR. SAMUEL MURGEL BRANCO, PROFESSOR HONORÁRIO DA "UNIVERSIDADE NACIONAL DO PERU"



O nosso prezado colaborador, prof. Samuel Murgel Branco, foi agraciado com o título de Professor Honorário da Universidade Nacional do Peru, a mais alta distinção concedida por uma universidade a um professor estrangeiro.

Biologista, diplomou-se em 1955 pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de S. Paulo, livre docente e professor titular da disciplina autônoma de Hidrobiologia da Faculdade de Higiene e Saúde Pública. Exerceu anteriormente o cargo de chefe da Hidrobiologia da Divisão de Tratamento do Departamento de Águas e Esgotos de S. Paulo, tendo publicado em nossa Revista inúmeros trabalhos referentes à especialidade.

Convidado pelo governo da República do Peru, esteve em 1967 em Lima, na qualidade de Consultor Internacional da Organização Mundial da Saúde, a fim de prestar assessoria científica a trabalhos de pesquisa programados pela Universidade daquele País, no setor da poluição das águas e tratamento biológico de esgotos. Em agosto deste ano, retornou a Lima, para ministrar curso sobre Hidrobiologia, fornecendo na ocasião à Universidade Nacional do Peru, os originais de um manual sobre a matéria, que será publicado ainda este ano, com o título "Hidrobiologia Aplicada a la Ingenieria Sanitaria".

Ao dr. Samuel Murgel Branco os cumprimentos da Revista DAE pela distinção que lhe foi outorgada pela entidade máxima da cultura peruana.