**VÍRUS**

**Características Gerais e Classificação**

**Introdução:**

**Se bem que doenças de animais e plantas, causadas por vírus, sejam tão velhas quanto a existência do homem sobre a face da terra, seu reconhecimento etilógico só começou a ser feito no último decênio do século passado, quando Iwanowski, trabalhando em Mosaico do Fumo, provou que suco de plantas doentes permanecia infectivo depois da passagem pelo filtro bacteriológico. Essa descoberta foi logo seguida por caraterização idêntica de várias doenças como a febre aftosa, a poliomielite e a varíola. Até por volta de 1920, entretanto, devido ao fato de sua diferenciação com microrganismos patogênicos residir tão somente em sua filtrabilidade através do filtro bacteriológico e sua invisibilidade ao microscópio composto, foi dado ênfase em estudos clínicos, patológicos e epidemiológicos dessas doenças que, apesar de serem, obviamente, ocasionadas por agentes infeciosos transmissíveis, não podiam ser atribuídas a microrganismos visíveis. A partir de então, estudos bioquímicos, sorológicos, eletromicroscópicos, etc., permitiram compreender melhor a natureza do vírus, um importante grupo de agentes produtores de doenças, responsável por grandes problemas patológicos no homem nos animais e nas plantas.**

**Características**

**Filtrabilidade:**

**Essa característica, que serviu de base para a descoberta do vírus, originou a denominação vulgar de "vírus filtrável", termo que teve de ser abandonado pelo fato de, posteriormente, se descobrir que existem bactérias filtráveis, como certos espiroquetas, e vírus não filtráveis, como o vírus do Mosaico Comum do feijoeiro e o do "Crinkle Mosaic" da batatinha. A filtrabilidade do vírus não é uma pura conseqüência de seu diminuto tamanho. Tipo de filtro, temperatura, ph, carga elétrica do vírus e do filtro, quantidade de pressão exercida sobre o filtro, natureza do fluído da suspensão e duração da filtração, são fatores que devem ser levados em consideração ao se determinar a filtrabilidade do vírus. Atualmente se dispõe de filtros de colódio, as Membranas de Gradocol, em que o tamanho dos poros é muito mais importante do que nos filtros bacteriológicos de porcelana.**

**Natureza Corpuscular**

**Desde 1898 se suspeita da natureza corpuscular do vírus, com a teoria do "contagium vivum fluidum", denominação que Beijerink emprestou de Fracastorius (1546) para caracterizar o filtrado infectivo do suco de fumo com mosaico. A guisa de esclarecimento, contagiam era uma substância derivada do corpo do doente e que, passando de um indivíduo para outro, transmitia a doença e a teoria do contagiam vivum foi criada por Fracastorius, quando postulou a idéia de que o contagiam fosse devido a agentes vivos (seminaria). Entretanto, por muitos anos, essa característica foi um ponto altamente controvertido pois a ciência ainda não estava preparada para comprová-la. Apesar disso, mesmo antes da descoberta de microscópio eletrônico, em 1938, Wendell Stanley (1935) já mostrava evidências irrefutáveis sobre a natureza corpuscular do vírus ao cristalizar o vírus do Mosaico do Fumo. Hoje, acostumamos com representações esquemáticas e eletromicrográficos dos vírus, dificilmente imaginamos que essa característica tivesse sido um pomo de discórdia no passado.**

**Dimensões do vírus**

**As dimensões dos vírus, evidenciadas por estudos eletromicroscópicos, de ultrafiltração e ultracentrifugação, variam de 10 a 350 milimicra de diâmetro; o comprimento chega até 2.000 milindrica (vírus da Tristeza do Citrus). A guisa de comparação, os glóbulos vermelhos do sangue humano têm 7.500 milimicra de diâmetro e, dentro de uma célula bacteriana, podem caber mais de 1 milhão de partículas de vírus.**

**Morfologia, composição e estrutura**

**O microscópio eletrônico permite visualizar diretamente as características morfológicas dos vírus que podem ser: esféricos, como os vírus da influenza e da encefalite japonesa; cilíndricos, com a maioria dos vírus de plantas; cúbicas, como o vírus da vaccinia; e** [espermatozoidal](http://www.consulteme.com.br/HTML/consulteme/Biologia/micro/Virus/Virus31a.jpg)**, (imagem)como os bacteriófagos.**

**A organização estrutural das partículas de vírus, evidenciada pela técnica da difração de raio X e complementada por outros métodos físicos e químicos, mostra configurações estridimensionais que admitem os seguintes tipos de simetria: cúbica, helicoidal e binária.**

**Um vírus é composto de ácido nucleico ( DNA ou RNA) e uma parede de proteína. Os ácidos nucleicos se localizam no interior das proteínas. As envoltório protéico se dá o nome de capsídeo, o qual, por sua vez, é formado pelos capsômeros, unidades estruturais simétricas dispostas em ordem determinada. O capasídeo mais o ácido nucleico é o nucleocapsídeo. Virion é a partícula madura do vírus e pode ser sinônimo de nucleocapsídeo ou nucleocapsídeo dentro de um invólucro. Invólucro é uma membrana de origem celular que pode envolver o capsídeo. O termo vírus se aplica num sentido mais amplo, incluindo os diferentes estágios do seu desenvolvimento.**

**O material genético DNA ou RNA. nunca se encontram simultaneamente no mesmo vírus, o que constitui uma característica singular quando comparados com as células de outros organismos vivos. O DNA é o portador de informação genética em todos os organismos vivos. Em alguns vírus, o material genético é o DNA e, em outros, o RNA. Os vírus diferem no seu conteúdo de DNA ou RNA. Os vírus de plantas contêm RNA, exclusivamente; os vírus de animais, DNA ou RNA e os vírus de bactérias (bacteriófagos) DNA, comumente. Os vírus mais complexos contêm, além das nucleoproteínas, outros compostos como lipídeos, carboidratos, vitaminas e vestígios de metais.**

**Transmissibilidade**

**A transmissibilidade é uma característica fundamental dos vírus, como também o é para outros agentes causadores de doenças. É interessante citar que, já em 1901, nos primórdios da Virologia, se chegava à conclusão de que a Febre Amarela não era transmitida pelo contato físico de pessoas doentes e sadias havendo necessidade do concurso de um mosquito vetor na cadeia de transmissão de homem a homem. Por muitos anos, a transmissibilidade do vírus foi a única evidência experimental de sua existência como uma entidade independente. Os conhecimentos sobre a transmissibilidade são essenciais para se tentar prevenir ou circunscrever a transmissão natural.**

**O vírus de plantas são transmitidos, na natureza, principalmente por meio de enxertia, insetos vetores e contato membrânico. Existem casos de transmissão pelo grão de pólen por fungos do solo, por nematóides e por ácaros, mas são raros. Entretanto, para fins de considerações que os vírus podem ser disseminados a longas distâncias por meio de sementes (Mosaico Comum do Feijoeiro), Mosaico da Alface, TWV em tomateiro e órgãos de propagação vegetativa (mosaico e raquitismo da cana-de-açúcar, enrolamento da batatinha, etc.)**

**A transmissão por enxertia é o método mais universalmente aplicável, requerendo somente que o vírus se torne sistêmico. Assim se transmitem, nas condições naturais, por exemplo, os vírus da Tristeza, Sacarose, Exocorte e Xiloporose do Citrus. Experimentalmente, vírus comum a duas espécies vegetais que não se enxertam podem ser transmitidos por enxerto de Cuscuta sp., fanerógamo parasita.**

**A transmissão por contato mecânico, muito usado em estudos de inoculação artificial, é um método muito importante para vírus como o TWV e o Mosaico das Cucurbitáceas que pelo simples contato do lavrador de uma planta doente para a sadia pode transmitir o vírus.**

**A transmissão por insetos vetores é o método mais comum na natureza. Dentre os insetos vetores os Afídeos constituem o grupo mais numeroso, sendo responsável pela transmissão de mais ou menos 90 vírus diferentes. Dentre os afídeos sabe-se que o Myzus persicae é transmissor de mais de 50 vírus diferentes. Há determinados vírus que são transmitidos por vários insetos, como por exemplo o vírus do mosaico do pepino que é transmitido por algumas dezenas de insetos. Também existem vírus transmissíveis por apenas um inseto, como no caso do vírus da beterraba açucareira transmitida por Circulifer tenellus. Os trips se caracterizam por transmitir somente uma espécie de vírus de planta, como, por exemplo, no caso de Frankliniella paucispinosa que transmite somente o vírus do vira-cabeça.**

**A transmissão do vírus pelos insetos pode Ter um caráter persistentes ou não persistentes. Diz-se que o vírus é persistente quando, após um longo período mínimo de alimentação em plantas doentes, para aquisição e após um longo período de retenção no inseto, geralmente por toda a vida. Por exemplo, vírus do enrolamento das folhas da batatinha se multiplica com maior eficiência no inseto vetor Myzus persicae com maior período de alimentação; apresenta um período latente de 24 horas e, o pulgão guarda o vírus não persistentes são adquiridos pelo vetor num curto período de alimentação (10 horas no máximo) e são retidos por um período máximo de 24 horas. Por exemplo, o vírus do mosaico da beterraba é adquirido por Myzus persicae em 2 horas e é retido por apenas 3 horas.**

**Parasitismo celular obrigatório**

**A mais importante característica dos vírus é o parasitismo celular obrigatório. Se bem que partículas individuais dos vírus sobrevivam por períodos variáveis em ambientes extracelulares, a sobrevivência da espécie depende inteiramente de multiplicação intracelular e, portanto, de sucessivos ciclos de associação com organismos hospedeiros mais evoluídos (bactérias, plantas e metazoários). Com efeito, todas a tentativas de cultivá-los em meio de cultura inanimado fracassaram. Dessa características resulta toda a importância dos vírus pois, frequentemente, ao parasitismo obrigatório se associa a patogênese.**

**Do parasitismo obrigatório decorrem ainda duas importantes consequências: a formação de inclusões intracelulares e o desenvolvimento de técnicas especiais de cultura artificial do vírus. Inclusões intracelulares (protoplásmicas e ou intranucleares) já são conhecidas em várias viroses, tanto vegetais como animais. Tais inclusões são interpretadas, atualmente, como colônias intracelulares do vírus. Ex. inclusões cristalinas hexagonais como em TWV, inclusões em massa compacta como em Tristeza do Citrus, inclusões cilíndrico-lamelares como no Mosaico Comum do feijoeiro, inclusões nucleares como no vírus da Gomphrena, etc.**

**Em todas as técnicas especiais de cultura artificial dos vírus é imprescindível a presença de células vivas. Os métodos mais usados para o cultivo de vírus de interesse médico são a cultura de tecido e a cultura do ovo embrionado. O vírus de interesse fitopatológico não são muito estudados sobre esse aspecto.**

**Infecção e multiplicação**

**Os vírus se aderem à parede celular, penetram, se multiplicam, amadurecem e, finalmente, se liberam. Nos vírus de plantas, aparentemente, não existe a capacidade de penetração, havendo necessidade de colocar a partícula do vírus em contato direto com o ambiente intracelular.**

**Nos vírus de plantas, a primeira fase do processo de infecção é a adsorsão. O vírus deve ser introduzido na célula, injuriada mas não morta, entrando em contato íntimo e se unindo com a substância viva da célula. Essa união é instantânea de modo que a lavagem imediata do tecido inoculado com água não reduz a infecção. Comprovou-se, experimentalmente, que a imersão de folhas de Nicotiana glutinosa, logo após inoculação como RNA do TWV, em uma solução de RNA se, suficiente para destruir o RNA não reduz o número de lesões locais.**

**Aparentemente, os vírus de plantas, logo após a adsorsão, de desfazem da parte protéica liberando o RNA. Segue-se um período de latência ou de eclipse durante o qual o vírus não pode ser detectado. A duração desse período depende da temperatura, do conteúdo de vírus no inoculo e da sensibilidade do método. Depois dessa fase o vírus se torna detectável e o seu conteúdo nos extratos sucessivos aumenta rapidamente.**

**O fenômeno dominante da infecção por vírus é a replicação intracelular. Sabe-se, hoje, que os vírus de plantas consistem de dois componentes químicos, RNA infeccioso e a proteína do vírus. Essa proteína não exibe nenhuma atividade enzimática conhecida, não podendo iniciar por si a infeção e, aparentemente, servindo somente como capa protetora para o RNA. (nos bacteriófagos a capa protéica exibe atividade enzimática e a penetração assume um caráter ativo). O RNA, por seu lado, possui a capacidade de causar infeção que resulta na formação de partículas típicas do vírus. Parece, portanto, carregar a informação genética para reproduzir não somente a si próprio mas também a parte protéica do vírus.**

**Especificidade de Hospedeiros e Tecidos**

**Os vírus, tanto de plantas como de animais, apresentam uma gama determinada de hospedeiros. Assim, o vírus da febre amarela urbana tem como hospedeiros somente o homem (transmissor: mosquito do gênero Aedes); o da febre amarela silvestre, o macaco e o homem (transmissor Haemogogus); o da Tristeza do Citrus, somente plantas cítricas; TWV pelo menos 74 espécies vegetais distribuídas em 14 famílias. Em vírus animais e especificidade vai até o nível histológico, servindo de base para classifica-los em vírus: vírus dermotrópicos (varíola, varicela, sarampo, rubéola, etc.), vírus pneumotrópicos (gripe, resfriado, etc.) vírus neurotrópicos (raiva, poliomielite, encefalites, etc.), vírus hepatotrópicos (febre-amarela, hepatite) e vírus linfo e glandulotrópicos (caxumba, linfogranuloma inguinal).**

**NATUREZA ANTIGÊNICA**

**Muito antes da descoberta dos vírus, já se sabia que doenças hoje conhecidas eram causadas por vírus, como por exemplo a varíola, conferiam resistência contra incidências subsequentes. A vacina contra a varíola se baseia, ainda hoje, na descobertas de Jenner (1798) de que o vírus do "cow-pox"(varíola bovina) imuniza contra o "small-pox"(varíola humana).**

**Proteínas introduzidas no corpo animal, por via parenteral, sendo elas estranhas ao corpo do animal, induz a formação de substância que reagem especificamente com as proteínas injetadas. Estas proteínas estranhas constituem os antígenos e as substâncias induzidas, os anticorpos. Sendo os vírus de natureza nucleoproteica tem essa propriedade antigêno que serve de base para os métodos sorológicos usados em Virologia. Especula-se, atualmente, se as plantas possuem essa capacidade de formação de anticorpos, comprova somente em animais. Estirpes fracas do vírus da tristeza dos citros conferem resistência às estirpes mais severas do mesmo vírus. A natureza desse fenômeno, entretanto, não esta esclarecida.**

**VARIABILIDADE**

**A variabilidade em vírus é reconhecida há muito tempo mas só recentemente tem sido possível apreciar a sua extensão e especular as possíveis causas. Essa variabilidade foi inicialmente observada em relação à patogenicidade e gama de hospedeiros mas, atualmente, se conhecem evidência de variabilidade em certos vírus para quase todas as características examinadas: constituição de aminoácidos, capacidade de forma particular nucleoproteína típica, capacidade de ser transmitida por determinado vetor, forma cristalina, resistência a tratamento inativantes, etc. Evidentemente, variações em patogenicidade são as que despertam maior interesse. Por exemplo, acontece, frequentemente, com vírus de animais que, sendo inoculados em série no organismo de certos hospedeiros ou após repetidas subculturas em meio artificial, modificam pouco a pouco a sua virulência original até certo limite que se mantém estável. E essa perda de virulência é irreversível. Por exemplo, o vírus da raiva colhido diretamente do cão (vírus da ruas), passado varias vezes em coelhos, transforma-se no chamado vírus fixo. Desse fenômeno se tira excelente proveito no preparo de vacinas.**

**CONCEITO DE VÍRUS**

**Vírus são partículas infecciosas, de natureza nucleoproteica, de dimensões geralmente inferiores a 0,2 micra e, consequentemente, geralmente filtráveis em filtros bacteriológicos e visíveis somente ao microscópio eletrônico. São parasitas intracelulares obrigatórios, formando geralmente só em presença de células vivas e dão facilmente lugar a mutações. Induz a célula parasita a formar réplicas, tanto do ácido nucleico como da capa protéica.**

**CLASSIFICAÇÃO E NOMENCLATURA**

**A classificação e a nomenclatura de vírus é, ainda hoje, um ponto controvertido. Inicialmente, os vírus foram denominados de acordo com o nome da doença que ocasionavam e, apesar de muitas tentativas de introduzir novas nomenclaturas científicas, é, ainda, a mais universalmente adotada entre os fitopatologistas. Assim se conhecem, por exemplo, o vírus do mosaico do fumo (VMF ou TMV), o vírus da vira cabeça do tomateiro, o vírus da tristeza do Citrus, o vírus do mosaico comum do feijoeiro, etc. Evidentemente, tal nomenclatura foge à regra geral de denominação de outros agentes causadores de doenças e pode-se considerá-la comum ou vulgar (nome comum do citros). Como se pode observar, essas denominações comuns se baseiam principalmente em sintomatologia das doenças ocasionadas e sendo a sintomatologia um caráter variável, de acordo com o ambiente e com hospedeiro, levou a muitas confusões, um mesmo vírus (como o TMV e o vírus do mosaico das cucurbitáceas) sendo identificada várias vezes como vírus novos.**

**Johnson (1927), observando que sintomas, quando apropriadamente interpretadas em estudos comparativos, tinham características diagnosticas de algum valor para classificar os vírus do fumo mas que era difícil dar um nome descritivo para todos os vírus que ocorrem num determinado hospedeiro, sugeriu uma nomenclatura baseada em hospedeiro e prioridade de constatação. No seu sistema o vírus do mosaico do fumo (VMF) se denominaria Tabaco vírus 1 e os outros vírus do fumo receberia um número em ordem de sua descoberta, Tal sistema não tem, atualmente, nenhum valor, pois um número nada caracteriza e o grande número de vírus de um determinado hospedeiro dificulta a associação com características importantes dos vírus.**

**Smith (1937) propôs a latinização do sistema de Johnson e , assim, o VMF se denominaria Nicotiana vírus 1 , mantendo-se, ainda, as mesmas desvantagens do sistema de Johnson.**

**Bennett (1939) sugeriu a substituição dos números por um termo que caracterizasse uma propriedade importante do vírus e o VMF se chamaria *Tobacco* *vírus* *altathermus* ou Nicotiana vírus altathermus (elevado ponto térmico de inativação). Se em investigações subsequentes se provasse que o vírus fossem organismos vivos, adotar-se-ia a denominação binomial Paracrystalis altathermus ; se, pelo contrário, se provasse serem os vírus compostos químicos, o VMF, por exemplo, se denominaria Altathermovir.**

**Holmes (1939) sugeriu a nomenclatura binomial - trinomial latinizada pela qual o VMF se denominaria Marmor tabaci e suas linhagens *M. tabaci var. vulgare, M. tabaci var. aucuba, M. tabaci var. deformans,* etc. Holmes propunha ainda a criação do reino Vira, incluindo todos os vírus, com duas divisões: Zoophagi , para os vírus de animais e Phytophagin , para os vírus de plantas.**

**Os Phytophagi foram subdivididos em duas classes: Schyzophyto phagi (bactériofagos) Spermatophytophagi (vírus de plantas superiores). Estes admitiam as seguintes famílias e gêneros: Chlorogenaceae (gen. Chlorogenus), Marmoraceae (gen. Marmor), Annilaceae (gen. Annulus), Gallaceae (gen. Galla), Acrogenaceae (gen. Acrogenus), Rugaceae (gen. Ruga), Coriaceae (gen. Corium), Nanaceae(gen. Nanus), Savoiaceae (gen. Savoia) e Lethaceae (gen. Lethum). Segundo Holmes, tal sistema de classificação tem as vantagens de agrupar os vírus de acordo com similaridades fundamentais como testes sorológicos, e imunológicos e tipos de doença.**

**Fawcett (1940), propôs a nomenclatura binomial em que o nome genérico era obtido do hospedeiro mais o sufixo vir e o nome específico de alguma característica da virose ou do vírus.**

**Assim, o vírus da sacarose do Citrus foi denominado de *Citrivir psorosis,* o vírus do vira-cabeça da beterraba Betavir eutetticola etc.**

**Além dessas nomenclaturas foram sugeridas muitas outras mas nenhuma conseguiu aceitação geral, estando, ainda hoje, a taxonomia de vírus num verdadeiro cáos. Entretanto, já há um esforço, em âmbito internacional, visando padronizar a nomenclatura e a classificação dos vírus. Nesse sentido, o Comitê Provisório de Nomenclatura de vírus (P.C.N.V.) da Associação Internacional das Sociedades Microbiológicas (1965) recomendou a adoção provisória do sistema de classificação de Lwoff, Horne e Tournier (L.H.T.), por ser, no momento, aparentemente, o mais adequado.**

**O sistema L.H.T., caracteriza os vírus como entidades que exibem durante o seu "ciclo vital" uma partícula infecciosa contendo apenas um tipo de ácido nucleico. Baseia-se, principalmente, em natureza do ácido nucleico, morfologia, estrutura e simetria das partículas de vírus. Primeiramente, os vírus são em dois grupos: D- (deoxyvira), contendo DNA e R- (ribovira), contendo RNA. Esses grupos são subdivididos, de acôrdo com sua simetria, em H- com simetria helicoidal (classes Deoxyhelica e ribohelica). C- com simetria cúbica (classe Deoxybinala). Todos os virions pertencem a uma das duas categorias: N- capsídeo sem envólucro e, capsídeo com envólucro. Os grupos são posteriormente subdivididos, de acordo com o número de capsômeros, para os virions RCN, 32c. O quadro abaixo mostra o sistema L.H.T. sugerindo pelo P.C.N.V.**

**A nomenclatura proposta por PCNV baseia-se nomes latinos ou gregos-latinizados, escolhendo-se uma espécie típica para cada gênero. A espécie típica dá o nome à família. Os nomes genéricos terminam em vírus. Exp. Protovirus tabaci (TMV).**

**Os nomes das famílias, derivadas dos nomes genéricos, terminam em VIRIDAE. EXP. FAM. Protoviridae (T.M.V.).**